

35.C15603



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: )  
Tadao ENDO )  
Application No.: 09/911,616 )  
Filed: July 25, 2001 )  
For: PHOTOELECTRIC CONVERSION )  
DEVICE, RADIATION DETECTION )  
APPARATUS, IMAGE PROCESSING )  
SYSTEM, AND DRIVING METHOD )  
THEREOF )  
Examiner: Unassigned  
Group Art Unit: 2878  
November 7, 2001

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicant hereby claims priority under the International Convention and all rights to which he is entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese Priority Application:

JAPAN

2000-229696

July 28, 2000

A certified copy of the priority document is enclosed.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010 All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

*Michael E. Kondoudis*  
\_\_\_\_\_  
Attorney for Applicant  
Michael E. Kondoudis  
Registration No. 42,758

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200

MEK/dc  
DC\_MAIN 77318 v 1

CFO 15603 US

#4  
mas



本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

09/11,616  
Tadao Endo  
July 26, 2001

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2 0 0 0 年 7 月 2 8 日

出 願 番 号

Application Number:

特願 2 0 0 0 - 2 2 9 6 9 6

出 願 人

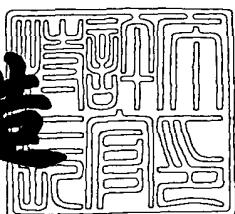
Applicant(s):

キヤノン株式会社

2 0 0 1 年 8 月 1 7 日

特 訸 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特 2 0 0 1 - 3 0 7 3 2 0 8

【書類名】 特許願  
【整理番号】 4149135  
【提出日】 平成12年 7月28日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 31/00  
【発明の名称】 光電変換装置並びに光電変換デバイス、像情報処理システム及びその駆動方法  
【請求項の数】 22  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内  
【氏名】 遠藤 忠夫  
【特許出願人】  
【識別番号】 000001007  
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社  
【代表者】 御手洗 富士夫  
【代理人】  
【識別番号】 100065385  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 山下 穂平  
【電話番号】 03-3431-1831  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 010700  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9703871

特2000-229696

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光電変換装置並びに光電変換デバイス、像情報処理システム及びその駆動方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に複数の光電変換素子が1次元又は2次元アレー状に配列された光電変換基板と、第1の光源と、第2の光源とを具備し、前記第1の光源は被読み取り物体に照射されるように配置され、前記第2の光源はその出射光が前記光電変換素子の受光面に到達するように配置された光電変換装置において、

前記被読み取り物体を光電変換し画像情報を得るための読み取り期間と、前記読み取り期間以外の非読み取り期間を設け、前記第1の光源は前記読み取り期間内に点灯し、前記第2の光源は前記非読み取り期間内に点灯することを特徴とする光電変換装置。

【請求項2】 前記光電変換基板に複数の光電変換素子及び複数のスイッチング素子を1次元又は2次元アレー状に配置することを特徴とする請求項1に記載の光電変換装置。

【請求項3】 前記光電変換基板上に配置した光電変換素子及びスイッチング素子の材料として、アモルファスシリコン半導体を用いることを特徴とする請求項1又は2に記載の光電変換装置。

【請求項4】 前記第2の光源として、LED、EL、冷陰極管又は半導体レーザを用いることを特徴とする請求項1に記載の光電変換装置。

【請求項5】 前記第1の光源と前記第2の光源とが同一であることを特徴とする請求項1に記載の光電変換装置。

【請求項6】 前記第1の光源にX線源を、前記第2の光源に可視光源を用い、前記光電変換素子は可視波長領域に光吸収帯を有し、前記X線源により照射された前記被読み取り物体からのX線を可視光に変換するための波長変換体を具備したことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一つに記載された光電変換装置。

【請求項7】 前記波長変換体は蛍光体を有することを特徴とする請求項6

に記載の光電変換装置。

【請求項8】 前記蛍光体として、その母体材料に、 $Gd_2O_2S$ 、 $Gd_2O_3$ 又は $CsI$ を用いたことを特徴とする請求項7に記載の光電変換装置。

【請求項9】 入射された像情報を有する光を光電変換するための光電変換素子の複数を備える基板と、前記像情報を有する光とは別に前記光電変換素子の複数に像情報を担わない光を入射するための光源とを具備する光電変換デバイス

【請求項10】 前記像情報を有する光は、波長変換体によって波長変換された光であることを特徴とする請求項9に記載の光電変換デバイス。

【請求項11】 前記波長変換体は蛍光体を有することを特徴とする請求項10に記載の光電変換デバイス。

【請求項12】 前記光源は、LED、EL、冷陰極管又は半導体レーザからなる群から選択された光源を有することを特徴とする請求項9乃至11のいずれか1項に記載の光電変換デバイス。

【請求項13】 入射された像情報を有する光を光電変換するための光電変換素子の複数を備える基板と、前記像情報を有する光とは別に前記光電変換素子の複数に像情報を担わない光を入射するための光源とを備える光電変換デバイスと、前記光電変換デバイスに像情報を入射するために用いられる電磁波照射手段と、前記電磁波照射手段及び前記光源を含む前記光電変換デバイスを制御する制御手段とを具備することを特徴とする像情報処理システム。

【請求項14】 前記像情報を有する光は、波長変換体によって波長変換された光であることを特徴とする請求項13に記載の像情報処理システム。

【請求項15】 前記波長変換体は蛍光体を有することを特徴とする請求項14に記載の像情報処理システム。

【請求項16】 前記電磁波照射手段は、X線源であることを特徴とする請求項13乃至15のいずれか1項に記載の像情報処理システム。

【請求項17】 前記制御手段は、像情報を読み取る期間に前記電磁波照射手段を駆動し、像情報の非読み取り期間に前記光電変換デバイスを駆動するため用いられることを特徴とする請求項13乃至16のいずれか1項に記載の像情

報処理システム。

【請求項18】 電磁波照射手段から電磁波を照射して被写体を通過した像情報を有する光を光電変換素子に入射して光電変換する工程と、

前記電磁波を照射しない期間に、前記電磁波照射手段とは別の光源から像情報を担わない光を前記光電変換素子に入射する工程と、

を含むことを特徴とする像情報処理システムの駆動方法。

【請求項19】 前記像情報を有する光は、波長変換体によって前記電磁波が波長変換された光であることを特徴とする請求項18に記載の像情報処理システムの駆動方法。

【請求項20】 前記波長変換体は、蛍光体を有することを特徴とする請求項19に記載の像情報処理システムの駆動方法。

【請求項21】 前記電磁波はX線であることを特徴とする請求項18乃至20のいずれか1項に記載の像情報処理システムの駆動方法。

【請求項22】 前記電磁波の照射期間は像情報読み取り期間であり、前記光源の駆動期間は像情報の非読み取り期間であることを特徴とする請求項18乃至21のいずれか1項に記載の像情報処理システムの駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】

本発明は、光電変換装置に関し、特に、複写機、ファクシミリ、スキャナ等の事務機用の光電変換装置や、病院内の撮影、診断に用いられる医療用X線撮像装置、又は非破壊検査装置に利用される光電変換装置並びに光電変換デバイス、像情報処理システム及びその駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、病院における患者のX線直接撮影は、患者にX線を照射させてその透過X線を、可視変換蛍光体を介して感光フィルムに転写させる、いわゆるフィルム方式が主流となっている。このフィルム方式は、撮影から現像までに時間がかかるという不具合や、膨大な撮影フィルムの保管、検索が必要であるなど、病院内

の管理、運営の面で不具合が残っている。

【0003】

ところで、このフィルムの代わりに輝尽性蛍光体を用い、いったん患者のX線像をこの輝尽性蛍光体に蓄像し、その後レーザー光でスキャンさせ、X線像をデジタル値として読み取る方式がある。画像をデジタル化すれば、種々の媒体に記録できるため、画像の保管、検索、転送が容易に行われ、病院内の管理、運営の面で効率がよくなる。又、画像情報をデジタル値として得ることは、コンピュータによって高度な画像処理を高速で行うことができるため、診断の向上が期待される。しかし、この輝尽性蛍光体を用いる方式も、フィルム方式と同様に、撮影から現像にいたるまでに時間がかかるという不具合を有している。

【0004】

一方、CCDやアモルファスシリコン半導体のような固体撮像素子を用いたX線撮像装置が提案されている。これは、フィルム方式と同様に、X線そして可視変換蛍光体を介し、患者のX線像を、多数個の2次元アレー上に配列された撮像素子で直接デジタル化して読み取る方式である。ほぼリアルタイムでデジタル画像が得られるため、上述したフィルム方式や輝尽性蛍光体を用いる方式に比べて、大きなメリットがある。特に、アモルファスシリコンは大面積で作成できるため、そのようなものを用いたX線撮像装置では、胸部撮影のような大きな部位が等倍で撮像される。従って、光の利用効率も良く、高S/N比が期待されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、医療用のX線撮像装置において、人体胸部を等倍で撮影するためには、40cm×40cm以上の大面積を有する固体撮像素子を用意しなければならず、画素の数も500万～1000万個と多数になる。

【0006】

これら多数の画素の特性を、すべて均一に、そして高信頼性で作り込むことは容易ではない。例えば、光電変換素子や電荷転送用のスイッチング素子にアモルファスシリコンを用いる場合には、長い年月の間、連続動作をさせれば、光電変

換素子のダーク電流の上昇やスイッチング素子としての特性の変化が起こる。この場合の対策としては、撮影のときにのみ光電変換素子やスイッチング素子を動作させ、撮影しないときは光電変換素子及びスイッチング素子を動作させない設計が施される。例えば患者が撮影室にいないときは、光電変換素子のバイアス線、スイッチング素子のゲート線及び読み出し線が零電位にバイアスされ、アモルファス素子内部に電界を与えることなく、長期間の使用における素子の特性変動を低減させている。しかしこの場合、撮像装置付近の患者の有無を撮影技師が認識した後、光電変換素子やスイッチング素子を動作させ、更に撮影操作に移る、といった煩雑さが残る。すなわち装置の操作性が損なわれる。患者の有無を自動的に認識させる設計も考えられるが、装置のコストアップにもつながるという問題もある。

#### 【0007】

一方、アモルファスシリコン薄膜を用いて、大面積で多数の光電変換素子を作る場合には、製造過程に混入する微量の不純物やダングリングボンドの増加等により、それらが膜中に欠陥準位として形成されるという問題がある。これらはトラップ準位として働き、光電変換過程において不必要的ダーク電流となってS/N比の低下をもたらす。これらのダーク電流を軽減させる光電変換装置の駆動法としては、光電変換素子（やスイッチング素子）にバイアスしてから数秒から数10秒程度待って、ダーク電流が緩和された後に光電変換するという方法が考えられる。しかし、X線撮像装置にこの方法を適用すると、複数の患者を撮影するサイクルが長くなったり、装置の操作性が悪くなるという問題がある。

#### 【0008】

以上述べてきたように、アモルファスシリコンを用いた大面積の光電変換装置においては、長期間の使用における特性変動や、膜中の欠陥準位によるS/N比の低下という問題があった。そして、それを補うために施された駆動方法は、装置の使い勝手を犠牲にするものであった。

#### 【0009】

そこで、本発明は、光電変換装置並びに光電変換デバイス、像情報処理システム及びその駆動方法において、長期間の使用における特性変動や、ダーク電流に

よるS/N比の低下を低減し、更に撮影サイクルを短くし、装置の使い勝手を向上させることを課題としている。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するための本発明の光電変換装置は、基板上に複数の光電変換素子が1次元又は2次元アレー状に配列された光電変換基板と、第1の光源と、第2の光源とを具備し、上記第1の光源は被読み取り物体に照射されるように配置され、上記第2の光源はその出射光が上記光電変換素子の受光面に到達するように配置された光電変換装置において、上記被読み取り物体を光電変換し画像情報を得るための読み取り期間と、上記読み取り期間以外の非読み取り期間を設け、上記第1の光源は上記読み取り期間内に点灯し、上記第2の光源は上記非読み取り期間内に点灯する。

#### 【0011】

又、上記課題を解決するための本発明の光電変換デバイスは、入射された像情報を有する光を光電変換するための光電変換素子の複数を備える基板と、上記像情報を有する光とは別に上記光電変換素子の複数に像情報を担わない光を入射するための光源とを具備する。

#### 【0012】

又、上記課題を解決するための本発明の像情報処理システムは、入射された像情報を有する光を光電変換するための光電変換素子の複数を備える基板と、上記像情報を有する光とは別に上記光電変換素子の複数に像情報を担わない光を入射するための光源とを備える光電変換デバイスと、上記光電変換デバイスに像情報を入射するために用いられる電磁波照射手段と、上記電磁波照射手段及び上記光源を含む上記光電変換デバイスを制御する制御手段とを具備する。

#### 【0013】

上記課題を解決するための本発明の像情報処理システムの駆動方法は、電磁波照射手段から電磁波を照射して被写体を通過した像情報を有する光を光電変換素子に入射して光電変換する工程と、上記電磁波を照射しない期間に、上記電磁波照射手段とは別の光源から像情報を担わない光を上記光電変換素子に入射する工

程と、を含む。

【0014】

【発明の実施の形態】

(実施形態1)

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0015】

図1は、本発明に係る光電変換装置の実施形態1を示す断面図である。本実施形態は、本発明の光電変換装置をX線撮像装置として実施したものである。

【0016】

図1において、X線源から出射したX線は、被読み取り物体に入射される。被読み取り物体を透過した透過X線は、蛍光体に到達する。蛍光体では、X線を吸収して蛍光体内部の発光中心を励起し、可視光を放出する。蛍光体からの可視光は、絶縁基板上に配置された光電変換素子の受光面に照射され、その受光面で光電変換される。光電変換素子は、耐湿性向上を目的とした保護膜で覆われている

【0017】

絶縁基板の材料としては、主に、アルカリ成分の少ない透明なガラスが用いられる。又、蛍光体の材料としては、 $Gd_2O_3S : Tb$  や  $CsI : Tl$  等が用いられる。

【0018】

一方、絶縁基板の下に配置されたLEDから出射された光（可視光）は、絶縁基板を透過し、光電変換素子の側面を通過した後、蛍光体で反射し、光電変換素子の受光面に照射される。蛍光体は、その材料によって、LEDからの光の反射特性が異なるが、完全に吸収するものでなければよく、数%程度の光が光電変換素子に到達するものであればよい。

【0019】

図1では、LEDからの光が蛍光体に垂直に照射されているように表記されているが、実質上、斜め方向から入射する光もあるため、蛍光体面での鏡面反射成分を含めれば、蛍光体で光をすべて吸収することはない。

## 【0020】

図1において、本実施形態の光電変換装置は、蛍光体、光電変換素子及びLED等をシャーシで覆ったものになっている。このシャーシは、X線の吸収が極めて少ない材料を用いればよく、アルミニウムやステンレススチール等の金属が、安価で強度的に優れており、適している。

## 【0021】

上記光電変換装置を実施するX線撮像装置が医療用であれば、被読み取り物体とは患者（人体）のことであり、又、被破壊検査用のX線撮像装置であれば、例えば飛行機や船などに使用されている部品のような、検査をする物体である。

## 【0022】

又、図1は、光電変換装置の断面構成の図として表記してあるが、紙面奥行き方向にも光電変換素子やLEDが2次元状に配置されている。又、図1では省略しているが、絶縁基板上に光電変換素子と一対でスイッチング素子が配置されていてもよい。

## 【0023】

図2は、図1に示した光電変換装置に用いる光電変換素子1個分の信号検出回路を示す図である。

## 【0024】

図2において、光電変換素子は、アモルファスシリコン半導体を材料とするMIS型光電変換素子である。MIS型の光電変換素子は、下部の金属電極層（Metal）の上に絶縁層（Insulator）と半導体層（Semiconductor）を積層したものである。通常、半導体層の上には注入素子層（N層又はP層）と上部電極が配置される。MIS型光電変換素子の詳細な作成方法及び動作原理は後述する。

## 【0025】

図2において、MIS型光電変換素子には、光電変換するためのバイアス（Vs）を与える電源と、MIS型光電変換素子の容量内の蓄積電荷をリセットするための電源（VREF）と、光電変換素子を動作させない時の零バイアス（VGND）を与えるための接地点（GND）とが、SW1を介して接続されている。

## 【0026】

第1の光源であるX線源から出射したX線は、図示しない被検体（病院では患者）に照射され、そこを通過したX線は蛍光体にあたる。

## 【0027】

図2において、蛍光体でX線は吸収され、可視光に変換される。蛍光体からの可視光は光電変換素子に照射される。図2は、1画素分の図であるで、光電変換素子と蛍光体の位置関係は図示されていないが、図1をみてわかるように、両者を実質上密着させることにより、画像の解像度特性を向上させている。一方、第2の光源であるLED光源からの可視光は、X線とは別の光路で光電変換素子に照射される。SW2、SW3は、それぞれ、X線源、LED光源を点灯させるスイッチである。

## 【0028】

図3は、図2で示した回路における動作のタイミングチャートであり、X線源、LED光源、光電変換素子のバイアス及び光電変換素子の出力が記載されている。

## 【0029】

図3では、光電変換素子のダーク出力（ダーク電流）の様子を示すために、敢えて、X線やLEDを点灯させていない。図3では、(F1)～(F6)までの6サイクル分のタイムチャートを図示している。

## 【0030】

サイクル(F1)において、光電変換素子にバイアスを与えると、ダーク電流が流れる。このダーク電流は、理想的には零であればよいが、実際には零ではない。又、電源をオンすると同時に一定の電流が流れるのではなく、オン直後のダーク電流は、オン直後は大きく、時間と共に減衰する。

## 【0031】

この原因として、以下に示す2つのことが考えられる。

## 【0032】

一つは、一般に、光電変換素子をアモルファスシリコン半導体の主たる材料に形成する場合には、アモルファス半導体膜中のダングリングボンドや作成過程で

混入した不純物によって、欠陥準位が形成される。それらは、トラップ準位として働き、電源をオンした直後あるいはオンさせる前においても、電子又は正孔をトラップしており、数ミリ秒～数十秒間の時間を経てから、伝導帯あるいは価電子帯に熱的に励起され、伝導電流（ダーク電流）が流れる。特に半導体層（I層）と注入阻止層（例えばN層）との界面部分は、トラップ準位が多いと言われている。アモルファス半導体膜を用いずに、結晶型のMIS型光電変換素子を用いる場合には、作成するプロセス条件や装置にも依存するが、アモルファスほどトラップ準位は多くないと言われる。しかし、半導体層（I層）と注入阻止層（例えばN層）との界面部分は、結晶格子のミスマッチが多く、トラップ準位は零ではなく、図3で示した光電変換素子の出力の傾向をもつ。

#### 【0033】

もう一つの原因是、注入阻止層の特性に関係しているものであると考えられる。例えば、注入阻止層のN型のアモルファスシリコンで構成した場合には、理想的には、正孔を半導体層側に注入することはない。しかしながら、現実には、特にアモルファスの場合には、N層が正孔を完全にブロックすることはない。N層を通って半導体層（I層）に注入した正孔はダーク電流になる。正孔は半導体層（I層）と絶縁層との界面に蓄えられ、I層の内部電界は正孔の蓄積と共に緩和される。その電界の緩和と共に、N層からI層に注入される正孔の量が減少するため、ダーク電流が減衰する。

#### 【0034】

図3で示される光電変換素子のダーク出力が十分減衰したのを待てば、S/N比の高い信号が得られる。しかし、目標とするダーク出力レベルに減衰するまでに数秒～数10秒の長い時間を要する場合には、非常に使い勝手が良くない装置となる。なぜならば、例えば、病院で使用するX線撮像装置の場合、撮影室に患者を誘導して、光電変換素子を投入し、数秒～数十秒待ってからX線を爆射せなければならぬからである。

#### 【0035】

患者が撮影室に入る前から光電変換素子の電源を投入させておけばよいが、その場合には、光電変換素子の劣化（特性変化、腐食等）が促進され、長寿命の装

置の提供が困難である。

【0036】

MIS型の光電変換素子は、内部の絶縁層に電子も正孔も通らず、発生したキャリアは半導体層と絶縁層の界面に蓄えられる。図2に示した光電変換用のバイアス(Vs)がプラス(+)バイアスの場合には、蓄積キャリアは正孔であり、上部電極と半導体層との間には、正孔に半導体層への注入を阻止するN層が配置される。半導体層と絶縁層との界面に蓄えられた正孔のキャリアと等量の電子が、電流計が配置された電極側に、GNDから供給される。蓄積された正孔は、やがて、センサのバイアスをVREFとすることによって、全部又は一部が掃き出される。通常、VREFの電位はVsの電位より小さく設定されている。図3のタイミングチャート上では、VREFの電位はGNDに設定されている。サイクル(F2)において、再びVsの電位を与えることにより、サイクル(F1)と同様なダーク電流が流れる。

【0037】

この時、ダーク電流は、サイクル(F1)のときのそれと比べて、小さくなっている。これは、I層内の、特に絶縁層界面近傍に存在するトラップ準位に捕獲されていたダーク電流に寄与するキャリアが、サイクル(F1)のときと比べて、サイクル(F2)のときの方が少なくなっているためと考えられる。又、サイクル(F1)のリセット電位VREFで、蓄積されていた正孔が完全に追い払われず、その一部が半導体層に残ることにより、サイクル(F2)における半導体内部の電界がサイクル(F1)より緩和されているためとも考えられる。

【0038】

同様に、サイクル(F3)～サイクル(F6)へと進むにつれて、ダーク電流は小さくなっていき、やがて、飽和する。但し、飽和するといっても、VREF→Vsにバイアスを切り替える際には、突入電流が流れるため、切り替えた直後は、一定の電流値にはならない。一つのサイクルの中でも、後半、特にVREFに切り替える直前では、時間的に変化しない一定の電流値になっている。X線撮像装置として高いS/N比を確保するためには、ダーク電流が十分に小さくなつてから、X線を照射しなければならない。

## 【0039】

図4は、十分時間をおいたサイクル（F6）でX線を照射したタイムチャートである。サイクル（F5）とサイクル（F6）のダーク電流の特性はほぼ等しいので、サイクル（F6）のX線による電流出力に重畠している固定的な部分は、サイクル（F5）の出力をメモリしておいて、後で引き算処理で容易に補正される。尚、図示してはいないサイクル（F7）の出力を用いてもよい。

## 【0040】

光電変換素子のダーク電流の特性や装置の駆動条件などにもよるが、（F1）～（F6）の各サイクルの周期は、通常0.1秒～3秒程度必要となる。仮に2秒／サイクルとすると、6サイクルで12秒必要となる。つまり、バイアスをオンしてから、X線を撮影するまでに10秒以上の時間が必要となる。これは、先に述べたように、使い勝手を大きく損なうものである。

## 【0041】

図5は、図2の動作を示す別の例のタイムチャートである。

## 【0042】

図5において、読み取り期間と非読み取り期間という、2つの動作期間があり、第1の光源は、読み取り期間に点灯し、第2の光源は非読み取り期間に点灯する。医療用のX線撮像装置の場合には、第1の光源はX線源である。非破壊検査装置の場合の第1の光源は、X線や他の放射線である。一方、第2の光源は、LED（発光ダイオード）やEL（エレクトロルミネッセンス）等で、光電変換素子の光吸收波長領域に発光波長を有する光源である。

## 【0043】

第1の光源からの光は、図示していないが、撮影体（被写体）の画像情報を得るために、撮影体に照射される光である。医療用X線撮像装置であれば、撮影体とは、来院患者の体である。第2の光源からの光は、特に撮影体（被写体）に照射される必要はなく、何らかの光路を経て、光電変換素子に到達されればよい。

## 【0044】

図5において、サイクル（F2）でLED（第2の光源）を点灯させ、サイクル（F3）でX線源（第1の光源）を点灯させている。図5に示す例では、サイ

クル (F 1) 及びサイクル (F 2) を非読み取り期間、サイクル (F 3) を読み取り期間としている。

## 【0045】

LED光の照射によって流れる光電流は、画像信号として読み取らない。すなわち非読み取り期間サイクル (F 2) でLEDを点灯させている。

## 【0046】

LEDの光照射によって光電流が流れるが、光のオフと同時にダーク電流が流れる状態にもどる。しかしながら、LEDをオフした後は、図5に示したように、LEDをサイクル (F 2) で照射しなかった場合のダーク出力 (破線) よりも小さく安定したダーク出力 (ダーク電流) を示す。

## 【0047】

これは、半導体層でLEDの光エネルギーを吸収し、生成したキャリアが絶縁層界面に溜まり、半導体層の内部電界が緩和されて注入阻止層から流入キャリアが減少したことによる。次のサイクル (F 3) においては、図3に示したように、サイクル (F 2) のLED光による生成キャリアが、ダーク状態で数サイクル分駆動させた効果があるため、ダーク電流は安定した状態になっている。更に、予めトラップされていたダーク電流に寄与する電子又は正孔が、光照射によって減少したとも考えられる。

## 【0048】

このダーク電流の低い状態において、X線を照射すれば、S/N比の高い信号が得られる。

## 【0049】

つまり、X線撮影前にLED光を照射してダーク電流を小さくすれば、長い時間を持つことなくS/N比の高いX線画像が得られる。

## 【0050】

この非読み取り期間サイクル (F 2) の操作によって、次のサイクル (F 3) は、ダーク電流が小さいサイクルとなっている。図3におけるサイクル (F 6) 以降のダーク電流の挙動が飽和したサイクルと同じであると考えてよい。読み取り期間サイクル (F 3) にX線を爆射させれば、S/N比の高い信号が得られる

。図示していないがサイクル（F4）の信号を取り込み、サイクル（F3）のX線出力から減算処理を施せば、サイクル（F3）の信号X線に含まれるダーク電流の固定成分が補正される。結果として、X線撮影前にLED光を照射してダーク電流を小さくすれば、長い時間を持つことなく、S/N比の高いX線画像が得られる。

#### 【0051】

図5は、サイクル（F1）及びサイクル（F2）を非読み取り期間に、サイクル（F3）を読み取り期間にしたタイミングチャートであるが、もちろんサイクル（F1）を非読み取り期間に、サイクル（F2）を読み取り期間にしてもよい。その場合、X線爆射までの時間は更に短縮される。

#### 【0052】

図6は、図1に示した絶縁基板上に配置した光電変換素子及びスイッチング素子を、アモルファスシリコン半導体薄膜を用いて構成した場合の光電変換基板の平面図であり、それらを結線する配線を含めて記載したものである。又、図7は、図6に示したA-B線における断面図である。

#### 【0053】

図6及び図7において、光電変換素子301及びスイッチング素子302（アモルファスシリコンTFT、以下、TFT）は、同一の光電変換基板（絶縁基板）303上に形成されており、光電変換素子301の下部電極は、TFT302の下部電極（ゲート電極）と同一の第1の金属薄膜層304とで共有されており、光電変換素子301の上部電極は、TFT302の上部電極（ソース電極、ドレイン電極）と同一の第2の金属薄膜層305とで共有されている。又、第1、第2の金属薄膜層304、305は、光電変換回路部内の、ゲート駆動用配線306、マトリクス信号配線307も共有している。

#### 【0054】

図6において、画素数は、2×2の計4画素分である。図6に示したハッチング部は、光電変換素子301の受光面である。309は、光電変換素子にバイアスを与える電源ラインである。又、310は、光電変換素子301とTFT302とを接続するためのコンタクトホールである。光電変換基板303下に配置さ

れたLED光源からの光は、光電変換素子301の周囲で、第1の金属薄膜層304や第2の金属薄膜層305が存在していない領域から、蛍光体側に導かれる。光電変換素子301の直下からは、第1の金属薄膜層305で遮光されているため、LED光は入り込めない。

## 【0055】

次に、本実施形態を示す光電変換装置の回路部の形成方法を説明する。

## 【0056】

図7は、上述したように、光電変換基板の平面図である図6に示したA-B線における断面図である。

## 【0057】

図7において、まず、絶縁基板303上にスパッタ法や抵抗加熱法を用いて、クロム(Cr)を、第1の金属薄膜層304として約50nm蒸着し、フォトリソグラフィーによりパターニングして不必要なエリアをエッチングする。この第1の金属薄膜層304は、光電変換素子301の下部電極及びスイッチング素子302のゲート電極となる。次に、CVD法によって、同一真空中でa-SiNx(311)、a-Si:H(312)及びN<sup>+</sup>層(313)をそれぞれ、300nm、500nm及び100nmずつ順次積層させる。これらの各層311～313は、それぞれ光電変換素子301の絶縁層／光電変換半導体層／ホール注入阻止層であり、そして、スイッチング素子302(TFT)のゲート絶縁膜／半導体層／オーミックコンタクト層となる。又、第1の金属薄膜層304と第2の金属薄膜層305とのクロス部(図6の314)の絶縁層としても利用される。各層311～313の膜厚は、上述した厚さに限らず、光電変換装置として使用する電圧、電荷や、光電変換素子受光面の入射光量などによって最適に設計される。少なくとも、a-SiNx311は、エレクトロンとホールが通過できず、更に、TFTのゲート絶縁膜として十分機能できる50nm以上のものが望ましい。

## 【0058】

各層311～313を堆積した後、コンタクトホール(図6の310参照)となるエリアをRIE又はCDE等でドライエッチングし、その後、第2の金属薄

膜層305としてアルミニウム（A1）を、スパッタ法や抵抗加熱法で約1000 nm堆積させる。更に、フォトリソグラフィーによってパターニングして、不必要的エリアをエッチングする。第2の金属薄膜層305は光電変換素子301の上部電極、スイッチングTFT302のソース、ドレイン電極、その他の配線等となる。又、第2の金属薄膜層305の成膜と同時に、コンタクトホール部310で上下の金属薄膜層が接続される。更に、TFT302のチャネル部を形成するために、ソース電極、ドレイン電極間の一部をRIE法でエッチングし、その後、不必要的a-SiNx層、a-Si:H層及びN<sup>+</sup>層を、RIE法でエッチングして各素子を分離する。これで、光電変換素子301、スイッチングTFT302、他の配線類（306、307、309）及びコンタクトホール部310が形成される。

#### 【0059】

尚、図6においては4画素分のみしか図示されていないが、多数の画素が同時に絶縁基板303上に形成される。最後に、耐温性向上を目的として、各素子、配線類を、SiNxのパッシベーション膜（保護膜）315で被覆する。

#### 【0060】

以上の説明の通り、光電変換素子、スイッチングTFT、配線類が同時に堆積された共通の第1の金属薄膜層、a-SiNx、a-Si:H、N<sup>+</sup>層及び第2の金属薄膜層と各層のエッチングのみで本実施形態の光電変換装置は形成される。

#### 【0061】

図7において、蛍光体は、保護膜315の上に直接、真空蒸着してもよいが、ある程度の厚さを確保しなければならないため（0.1～1 mm）、別個のプロセスでシート状に形成した後、接着剤を用いて貼りあわせたほうが容易である。

#### 【0062】

以上述べたような、アモルファスシリコン半導体を主たる材料にしたプロセスを用いれば、光電変換素子、スイッチング素子、ゲート駆動用配線、マトリクス信号配線が、同一基板上に同時に作製され、大面積の光電変換回路部が、容易に、しかも安価で提供される。

## 【0063】

図8は、図1に示した光電変換装置の2次元的回路図である。この回路では、説明を簡単化するために $3 \times 3 = 9$ 画素分のみを記載してある。

## 【0064】

図8において、光電変換素子やスイッチング素子（TFT）等の平面図、断面図は図6や図7に示したものと同一である。光電変換素子は、スイッチング素子と同一の層構成であり、MIS型のコンデンサとして構成されている。但し、光を入射させる都合上、通常のMISコンデンサと異なるのは、 $N^+$ 層を光電変換素子の上部電極として利用していることである。光電変換素子は容量素子でもあり、光電変換された信号電荷は、自らの容量に蓄積される。

## 【0065】

次に、図1～図8に示した本実施形態において、外部に設けたバイアス回路を用いてコンデンサでもある光電変換素子のリセットを行った上で、光電変換電荷の蓄積、TFTによる転送、信号の読み出し、といった動作を行う方法について説明する。尚、前述した光電変換素子のリセット動作を、今後「リフレッシュ」と称する。又、図8において、光電変換素子はS1-1～S3-3であり、図6における第1の金属薄膜層は、光電変換素子の「G」電極、第2の金属薄膜層は「D」電極である。但し、D電極は、光電変換素子S1-1～S3-3にとっては、前述したように $N^+$ 層も含めて電極として機能する。

## 【0066】

次に、光電変換素子単体のデバイス動作について説明する。

## 【0067】

図9(a)、～図9(c)は、その光電変換素子単体のデバイス動作を説明するためのエネルギーバンド図である。

## 【0068】

図9(a)、図9(b)は、それぞれ、本実施形態のリフレッシュモード及び光電変換モードの動作を示す図であり、図7に示した各層の膜厚方向の状態を表している。

## 【0069】

M1は、第1の金属薄膜層(Cr)で形成された下部電極(G電極)である。a-SiNx層は、電子及びホール両者の通過を阻止する絶縁層である。トンネル効果をもたらさない程度の厚さが必要であり、50nm以上に設定される。a-Siは、真性半導体i層で形成された光電変換半導体層である。N<sup>+</sup>層は、a-Si層へのホールの注入を阻止するために形成されたN型a-Si層の注入阻止層である。又、M2は、第2金属薄膜層(Al)で形成される上部電極(D電極)である。

## 【0070】

本実施形態では、D電極はN<sup>+</sup>層を完全には覆っていないが、D電極とN<sup>+</sup>層との間は電子の移動が自由に行われるため、D電極とN<sup>+</sup>層とは常に同電位であり、以下の説明では、そのことを前提としている。

## 【0071】

本実施形態の光電変換素子には、D電極、G電極の電圧の印可方法によって、リフレッシュモードと光電変換モードという2種類のモードがある。

## 【0072】

図9(a) (リフレッシュモード)において、D電極はG電極に対して負の電位が与えられており、i層中の黒丸で示されたホールは、電界によりD電極に導かれる。同時に白丸で示された電子は、i層に注入される。このとき、一部のホールと電子は、N<sup>+</sup>層、i層において再結合して消滅する。十分に長い時間この状態が続ければ、i層内のホールはi層から掃き出される。

## 【0073】

この図9(a)の状態(リフレッシュモード)から図9(b)の状態(光電変換モード)にするためには、D電極に、G電極に対して正の電位を与える。すると、i層中の電子は瞬時にD電極に導かれる。しかし、ホールは、N<sup>+</sup>層が注入阻止層として働くため、i層に導かれることはない。この状態でi層に光が入射すると、光が吸収されて電子ホール対が発生する。この電子は、電界によりD電極に導かれ、ホールはi層内を移動し、i層とa-SiNx絶縁層との界面に達する。しかし、絶縁層内には移動できないため、i層内に留まることになる。このとき、電子はD電極に移動し、ホールはi層内の絶縁層界面に移動するため、

光電変換素子内の電気的中性を保つために、電流がG電極から流れる。この電流は、光により発生した電子・ホール対に対応するため、入射した光に比例する。

## 【0074】

ある期間、光電変換モードである図9 (b) の状態を保った後、再びリフレッシュモードの図9 (a) の状態になると、i層に留まっていたホールは、前述したようにD電極に導かれ、同時に、このホールに、対応した電流が流れる。このホールの量は、光電変換モード期間に入射した光の総量に対応する。このとき、i層内に注入される電子の量に対応した電流も流れるが、この量はおよそ一定であるため差し引いて検出すればよい。つまり、本実施形態において、この光電変換素子は、リアルタイムで入射する光の量を出力すると同時に、ある期間に入射した光の総量も検出する。

## 【0075】

しかしながら、何らかの理由によって光電変換モードの期間が長かったり、入射する光の照度が強い場合には、光の入射があるにもかかわらず電流が流れないことがある。この原因は、図9 (c) のように、i層内にホールが多数留まり、このホールのためにi層内の電界が小さくなり、発生した電子が導かれなくなり、i層内でホールと再結合してしまうことがある。この状態で光の入射の状態が変化すると、電流が不安定に流れることもあるが、再びリフレッシュモードにすれば、i層内のホールは掃き出されて、次の光電変換モードでは、再び光に比例した電流が流れる。

## 【0076】

又、前述した説明において、リフレッシュモードでi層内のホールを掃き出す場合には、すべてのホールを掃き出すのが理想であるが、一部のホールを掃き出すだけでも効果があり、すべてのホールを掃き出すのと等しい電流が得られる。

## 【0077】

つまり、次の光電変換モードでの検出機会において、図9 (c) の状態になつていなければよく、リフレッシュモードにおけるD電極のG電極に対する電位、リフレッシュモードの期間及びN<sup>+</sup>層の注入阻止層の特性を決めればよい。又、更にリフレッシュモードにおいて、i層への電子の注入は必要条件でなく、D電

極のG電極に対する電位は負に限定されるものでもない。その理由は、ホールが多数*i*層に留まっている場合には、たとえD電極のG電極に対する電位が正の電位であっても、*i*層内の電界は、ホールをD電極に導く方向に加わるからである。又、N<sup>+</sup>層の注入阻止層の特性も、同様に、電子を*i*層に注入できることが必要条件ではない。

## 【0078】

次に、本実施形態の光電変換装置の動作について、前述した図8と、図10とを用いて説明する。

## 【0079】

図10は、図8の光電変換装置の動作を示すタイミングチャートである。

## 【0080】

図10において、制御信号VSCは、光電変換素子のバイアスラインREFすなわち光電変換素子のD電極に、2種類のバイアスを与えるためのものである。D電極は、VSCが「Hi」のときにVREF(V)になり、「Lo」のときにVS(V)になる。符号106A及び符号106Bの示すものは、直流電源であり、それぞれ、読み取り用電源VS(V)、リフレッシュ用電源VREF(V)である。

## 【0081】

まず、リフレッシュ期間の動作について説明する。

## 【0082】

シフトレジスタ102の信号をすべて「Hi」の状態にし、読み出し用回路部のCRES信号を「Hi」の状態にする。そうすると、スイッチング用の全TFT(T1-1～T3-3)が導通し、読み出し用回路内のスイッチ素子RES1～RES3も導通し、全光電変換素子のG電極が、GND電位になる。そして、制御信号VSCが「Hi」になると、全光電変換素子のD電極がリフレッシュ用電源VREFにバイアスされた状態(負電位)になる。すると、全光電変換素子S1-1～S3-3はリフレッシュモードになり、いわゆるリフレッシュが行われる。

## 【0083】

次に、光電変換期間について説明する。

【0084】

制御信号VSCが「L0」の状態に切り替わると、全光電変換素子のD電極は読み取り用電源VSにバイアスされた状態（正電位）になる。すると、光電変換素子は、光電変換モードになる。この状態でシフトレジスタ102の信号をすべて「L0」の状態にし、読み出し用回路部のCRES信号を「L0」の状態にする。すると、スイッチング用の全FFT（T1-1～T3-3）がオフし、読み出し用回路内のスイッチ素子RES1～RES3もオフし、全光電変換素子のG電極は、直流通じてオーブン状態になるが、光電変換素子はコンデンサでもあるため電位は保持される。

【0085】

しかし、この時点では、光電変換素子に光は入射されていないため、電荷は発生しない。すなわち電流は流れない。この状態で光源がパルス的に（交流的に）オンすると、それぞれの光電変換素子のD電極（N+電極）に光が照射され、いわゆる光電流が流れる。光源については、図8において、特に記載はしていないが、例えば、複写機であれば、蛍光灯、LED、ハロゲン灯等である。X線撮像装置であれば文字通りX線源であり、X線可視変換用のシンチレータを用いればよい。これらの光によって流れた光電流は、電荷として、それぞれの光電変換素子内に蓄積され、光源がオフ後も保持される。

【0086】

次に読み出し期間に移行するが、その動作については、上述した内容と全く同じであるため、説明はここでは省略する。

【0087】

リフレッシュ期間、光電変換期間及び読み出し期間を経て、1枚の画像が得られるが、動画のような複数枚の画像を得る場合には、上述した動作を繰り返せば良い。本実施形態では、光電変換素子のD電極が共通に接続され、この共通の配線を制御信号VSCで、リフレッシュ用電源VREFと読み取り用電源VSの電位に制御しているため、全光電変換素子を、同時に、リフレッシュモードと光電変換モードとに切り替えることができる。このため、複雑な制御をすることなし

に、1画素あたり1個のTFTで、光出力が得られる。

【0088】

(実施形態2)

図11は、本発明に係る光電変換装置の実施形態2を示す断面図である。

【0089】

図1に示した実施形態1の光電変換装置と異なる点は、光電変換基板（絶縁基板）の下に導光体が配置されており、LEDが導光体の側面に具備されていることである。導光体の材質は、アクリルやガラスなど、屈折率が空気と異なる透明なものを用いている。

【0090】

図11は、光電変換装置の断面構成の図として表記しているが、紙面奥行き方向にも光電変換素子は2次元状に配置されている。又、LEDも紙面奥行き方向に1次元状に配置されている。導光体の側面から入射した光は、導光体内部に進入する。このとき、導光体の屈折率と周囲の空気の屈折率とで決まる臨界角よりも浅い角度で進む光は、導光体界面で全反射して、更に内部に進入する。しかし、導光体上面で臨界角よりも深い角度で入った光は、一部が屈折して光電変換基板側へ導かれる。

【0091】

図11で示した導光体の上面及び下面是平面状に書かれているが、粗面状に加工しておけば、そこでの拡散性も増し、導光体から光電変換基板の側へ出射する光が多くなる。絶縁基板側へ出た光は、光電変換素子の側面を抜け、蛍光体面で反射し、光電変換素子の受光面に到達する。本実施形態での光電変換装置は、LEDの数を大幅に減らすことができるため、コスト的に有利に働き、又、消費電力が軽減される。

【0092】

(実施形態3)

図12は、本発明に係る光電変換装置の実施形態3を示す断面図である。

【0093】

図1に示した実施形態1の光電変換装置と異なる点は、光電変換素子が配置さ

れている絶縁基板と導光体とを兼用している点である。導光体兼絶縁基板の材質は、ガラスなどの、屈折率が空気と異なる透明なものを用いる。図12は、光電変換装置の断面構成の図として表記しているが、紙面奥行き方向にも光電変換素子は2次元状に配置されている。又、LEDも紙面奥行き方向に1次元状に配置されている。

## 【0094】

図12において、導光体兼絶縁基板の側面から入射した光は、内部に進入する。このとき、導光体兼絶縁基板の下面において周囲の空気の屈折率で決まる臨界角よりも浅い角度で進む光は、導光体界面で全反射して、更に内部に進入する。しかし、導光体兼絶縁基板下面で臨界角よりも深い角度で入った光は、一部が屈折し、光電変換基板側へ導かれる。図12内で示した導光体兼絶縁基板の下面是平面状に書かれているが、粗面状に加工しておけば、そこで拡散性も増し、導光体兼絶縁基板から蛍光体側へ出射する光が多くなる。蛍光体側へ出た光は、光電変換素子の側面を抜け、蛍光体面で反射し、光電変換素子の受光面に到達する。一方、導光体兼絶縁基板の上面においては、光電変換素子（やスイッチング素子）の第1の金属薄膜層に衝突した光は、すべて反射される。又、第1の金属薄膜層以外の保護層に衝突した光は、保護層の屈折率と導光体兼絶縁基板の屈折率で決定される光の進行条件に基づいて、反射あるいは屈折する。

## 【0095】

本実施形態での光電変換装置は、LEDの数を大幅に減らすことができるため、コスト的に有利に働き、又、消費電力を軽減させることができる。又、導光体を絶縁基板と兼用するため光電変換装置を軽量、小型にすることができる。

## 【0096】

## (実施形態4)

図13は、本発明に係る光電変換装置の実施形態4を示す断面図である。

## 【0097】

図1に示した実施形態1の光電変換装置と異なる点は、LED光源を用いず、外光を用いている点である。シャーシは、外光を導光体側に取り入れるときを開き、そうでないときには閉じている。この開閉は、モータなどを用いて自動的に

制御すればよい。上述した実施形態3に比べて、LEDを配置するスペース分だけ、装置が小型化される。又、モータの消費電力にもよるが、LEDを並べた実施形態3よりも消費電力が軽減される可能性がある。又、外光が、LEDよりも光量が大きい場合には有効である。

## 【0098】

## (実施形態5)

図14は、本発明に係る光電変換装置の実施形態5を示す断面図である。

## 【0099】

本実施形態の光電変換装置は、今までの説明に使用した医療用X線撮像装置や被破壊検査装置など、被読み取り物体にX線を照射する形態ではなく、原稿を読み取る複写機やファクシミリなどへ応用した形態である。

## 【0100】

図14は、光電変換装置の断面構成の図として表記しているが、紙面奥行き方向にも、光電変換素子やLEDが2次元状に配置されている。又、実施形態1を示した図1では省略しているが、絶縁基板上に、光電変換素子と一対でスイッチング素子が配置されていてもよい。

## 【0101】

絶縁基板の下に配置されたLEDから出射された光（可視光）は、絶縁基板を透過し、光電変換素子の側面を通過して被読み取り物体である原稿に到達する。原稿表面に記載されている文字や画像の濃度に応じて、光は原稿面で反射し、光電変換素子の受光面に照射されるようになっている。

## 【0102】

LEDは、「読み取り期間」及び「非読み取り期間」両方の期間に点灯する。「読み取り期間」でのLEDの点灯は文字どおり、原稿情報を光電変換素子によって読み取るために点灯し、「非読み取り期間」でのLEDの点灯は、「読み取り期間」での原稿情報をS/N比よく光電変換するために点灯させている。「非読み取り期間」内でのLED点灯においては、原稿が光電変換素子上部に配置されていても、配置されていなくてもかまわない。すなわち、どちらでも、幾分かの光が光電変換素子の受光面に到達するからである。

## 【0103】

情報が記載されている原稿は、その原稿やインクの原料により、LEDからの光の反射特性が異なるが、完全に吸収するものでなければよく、数%程度の光が光電変換素子に到達すればよい。実施形態1の光電変換装置を示した図1においては、LED光が蛍光体に垂直に照射されているように表記されているが、実質上、斜め方向から入射する光もあるため、原稿面での鏡面反射成分を含めれば、原稿面で光をすべて吸収することはない。又、原稿が存在しない場合には、垂直方向に昇ったLED光は光電変換素子に到達されない。しかし、保護層と周囲空気とでは屈折率が異なるため、LEDからの斜め方向からの光や、光電変換素子やスイッチング素子の金属薄膜層エッジ部で散乱した斜めの光は、保護層界面で、光電変換素子側へ一部が反射する。

## 【0104】

## (実施形態6)

図15は、本発明に係る実施形態6を示す光電変換素子1画素分の回路図である。

## 【0105】

光電変換素子は、PIN型ホトダイオードを示しており、材料としてはアモルファスシリコン、結晶シリコンのどちらでもよい。

## 【0106】

光電変換素子のダイオードのカソード側は、SW1に、アノード側は電流計に接続されている。SW1の他方は、光電変換素子にバイアスを与えるための電源(Vs)に接続されるか、又は零バイアス(GND)に接続されるか、どちらかに切り替えることができる。第1の光源であるX線源から照射したX線は、図示しない被験体(病院では患者)に照射され、そこを通過したX線は蛍光体にあたる。蛍光体でX線は吸収され、可視光に変換される。蛍光体からの可視光は、光電変換素子に照射される。

## 【0107】

図15に示した本実施形態の光電変換素子の回路図は1画素分の回路図なので、光電変換素子と蛍光体との位置関係は表現されていないが、図1に示した実施

形態1と同様に、実質上密着させることによって画像の解像度特性を向上させている。一方、第2の光源であるLED光源は、X線とは別の光路で光電変換素子に照射される。SW2、SW3は、それぞれ、X線源、LED光源を点灯させるスイッチである。

#### 【0108】

図16は、図15で示した実施形態6の回路における動作のタイミングチャートであり、X線源、LED光源、光電変換素子のバイアス、光電変換素子の出力を記載している。図16では、光電変換素子のダーク出力の様子を示すために敢えてX線やLEDを点灯させていない。

#### 【0109】

図16において、光電変換素子のバイアスを与えると、光電変換素子にダーク電流が流れる。理想的には零でありたいが、実際には零ではない。又、電源をオンすると同時に一定の電流が流れるのではなく、ダーク電流は、オン直後は大きく、時間と共に減衰する。

#### 【0110】

一般に、光電変換素子を、アモルファスシリコン半導体を主たる材料にするPINホトダイオードで形成する場合には、アモルファス半導体膜中のダングリングボンドや作成過程で混入した不純物によって、欠陥準位を形成する。それらは、トラップ準位として働き、電源をオンした直後あるいはオンさせる前においても、電子又は正孔をトラップしており、数ミリ秒～数十秒間の時間を経てから、伝導帯あるいは価電子帯に熱的に励起され、伝導電流（ダーク電流）が流れる。特に、P層とI層との界面部分やI層とN層との界面部分は、トラップ準位が多いと言われ、それらがダーク電流に寄与するものと考えられている。

#### 【0111】

又、P層、N層のブロッキング特性も完全なものではなく、外からI層内部へ流入してくるキャリアによるダークの成分も増加するとも考えられている。

#### 【0112】

又、アモルファス半導体膜を用いずに、結晶型のPIN型ホトダイオードを用いる場合には、作成するプロセス条件や装置などにも依存するが、アモルファス

ほどトラップ準位は多くはないと言われる。しかし、P層とI層との界面部分又はI層とN層との界面部分は、結晶格子のミスマッチが多く、トラップ準位は零ではなく、やはり、図16で示した光電変換素子の出力の傾向をもつ。

#### 【0113】

光電変換素子のダーク出力（ダーク電流）が十分減衰するのを待てば、S/N比の高い信号が得られる。しかし、目標とするダーク出力レベルに減衰するまでに数秒～数10秒の長い時間をする場合には、非常に使い勝手がよくない装置となる。なぜならば、例えば、病院で使用するX線撮像装置の場合には、撮影室に患者を誘導して、光電変換素子を投入し、数秒～数十秒待ってからX線を爆射させなければならないからである。患者が撮影室に入る前から光電変換素子の電源を投入させておけばよいが、その場合には、光電変換素子の劣化（特性変化、腐食等）が促進され、長寿命の装置の提供が困難である。

#### 【0114】

図17は、図15に示した実施形態6の回路における動作のタイミングチャートであり、光電変換素子の電源をオンした後にLED光源を点灯した場合を示している。

#### 【0115】

LEDをオンさせることにより、ホトダイオードに光電流が流れ、やがてLEDをオフすると同時に、光電流は絶たれる。このとき、LEDのオフ後のダーク電流は、LEDをオンさせなかったとき（タイミングチャートは図16）に比べて、ダーク電流が時間に対して安定し、場合によって小さくなる。これは、照射したLEDの光エネルギーによって、半導体層内部に生成された過剰なキャリアによって半導体層内の内部状態（特に界面部）が安定化され、電子又は正孔が光を照射したことによって、解き放たれたことによるものである。このダーク電流の低い状態において、X線を照射すれば、S/N比の高い信号が得られる。

#### 【0116】

つまり、X線撮影前にLED光を照射し、ダーク電流を小さくすれば、長い時間を持つことなくS/N比の高いX線画像が得られる。

#### 【0117】

図18は、LEDをオンさせた後にX線をオンさせたときの光電変換素子の出力の様子を示したタイミングチャートである。

【0118】

LEDは、短時間でX線爆射を行う際に、光電変換素子のダーク電流を小さくするために予め点灯させる。そのときに流れる光電流は、画像情報の読み取りとしてはなんら関係ない。LEDを点灯させるための期間を、非読み取り期間と称する。一方、X線は、患者の体内情報を読み取るために照射される。X線が照射される期間は、読み取り期間と称する。非読み取り期間内にLED（第2の光源）が照射され、読み取り期間内にX線（第1の光源）が照射される。非読み取り期間と読み取り期間の長さ、あるいはLEDの照射時間などは、光電変換素子のダーク出力（ダーク電流）の特性や光電変換装置として求められるS/N比によって設計される。

【0119】

（実施形態7）

図19は、本発明に係る実施形態7を示す光電変換装置のブロック図である。図19のブロック図では、病院内で使用されるX線撮像装置としての概要を表記している。

【0120】

図19において、X線源を出射したX線は患者に照射され、患者を透過したX線がX線可視変換蛍光体に到達する。そのX線は、X線可視変換蛍光体で可視光に変換され、その可視光が光電変換素子に照射される。その可視光は、患者の体内の像情報を有する光である。光電変換素子とX線可視変換蛍光体とは実質上密着しており、図19においては、薄い保護層を介在して密着している。又、光電変換素子は、基板上に配置されている。基板の光電変換素子と反対側には、LED光源が配置されている。LEDの光は、基板を通過して、X線可視変換蛍光体で反射した後、光電変換素子に到達する。

【0121】

X線の照射（スイッチオン）及びLED光源の点灯（スイッチオン）は、制御手段によって制御される。もちろん、この制御手段は、スイッチのオンだけでは

なくスイッチのオフも制御している。

#### 【0122】

図19においては、光電変換素子を1種類でしか表記していないが、図8に示した2次元的電気回路図のようにTFTと1対で存在していると考えてよい。更に図19では、基板上に配置された光電変換素子のみが図示されているが、図8に示したような光電変換回路部101及び読み出し用回路部107が具備されていると考えてもよい。光電変換回路部101及び読み出し用回路部107などは、図10で示されるタイミングチャートに基づく信号で駆動されることになる。それらの信号は、VSC、REF、CRES、G1、G2、G3、SMPLE、Sr1、Sr2、Sr3などである。これらは、タイミング発生装置から出力され、そして光電変換装置（図8に示した101、107）に入力される。つまりタイミング発生装置からの信号は、光電変換装置を駆動させることになる。そして、図19で示されるように、タイミング発生回路は、制御手段によって制御（オン／オフ）される。つまり、光電変換装置が制御手段によって制御される。制御手段を構成する例としては、コンピュータがあげられる。制御手段は、X線源、光電変換装置及びLEDを独立に制御でき、そして、その制御手段にコンピュータを用いれば、その制御方法はソフトによるプログラムが可能となる。つまり、使い勝手が向上し、ひいては、病院内で使用されるX線撮像装置として付加価値も高くなる。

#### 【0123】

又、図19では図示していないが、図8に示したA/D変換回路部105を、光電変換回路部101及び読み出し用回路部107の近傍に配置し、A/D変換回路部105のデジタルデータをコンピュータ（制御手段）内のメモリに格納するといった方法も考えられる。

#### 【0124】

##### 【発明の効果】

以上説明した本発明によれば、第1の光源とは別に第2の光源を非読み取り期間に照射した後、第1の光源を読み取り期間に照射することによって、撮影時間が大幅に短縮され、ダーク電流が小さくS/N比の高い画像が得られる光電変換

装置が可能となる。又、撮影時間を大幅に短縮することによって、使い勝手を向上させることができる。又、1枚の撮影において、光電変換素子やスイッチング素子に印加されるバイアスの時間が減少し、装置としての耐久性能も向上する。撮影時間が短縮されれば、医療装置の場合には、患者に対する心的負担が大きく軽減される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る実施形態1の光電変換装置を示す断面図である。

【図2】

本発明に係る実施形態1の光電変換素子を用いた回路図である。

【図3】

図2に示した回路のタイミング図（1）である。

【図4】

図2に示した回路のタイミング図（2）である。

【図5】

図2に示した回路のタイミング図（3）である。

【図6】

図1に示した光電変換素子及びスイッチ素子の平面図である。

【図7】

図6に示したA-B線における断面図である。

【図8】

図1に示した光電変換装置の2次元的電気回路図である。

【図9】

図1に示したMIS型光電変換素子の動作を示すバンド図である。

【図10】

図8の動作を示すタイミング図である。

【図11】

本発明に係る実施形態2の光電変換装置を示す断面図である。

【図12】

本発明に係る実施形態3の光電変換装置を示す断面図である。

【図13】

本発明に係る実施形態4の光電変換装置を示す断面図である。

【図14】

本発明に係る実施形態5の光電変換装置を示す断面図である。

【図15】

本発明に係る実施形態6の光電変換素子を用いた回路図である。

【図16】

図15に示した回路のタイミング図（1）である。

【図17】

図15に示した回路のタイミング図（2）である。

【図18】

図15に示した回路のタイミング図（3）である。

【図19】

本発明に係る実施形態7の光電変換装置のブロック図である。

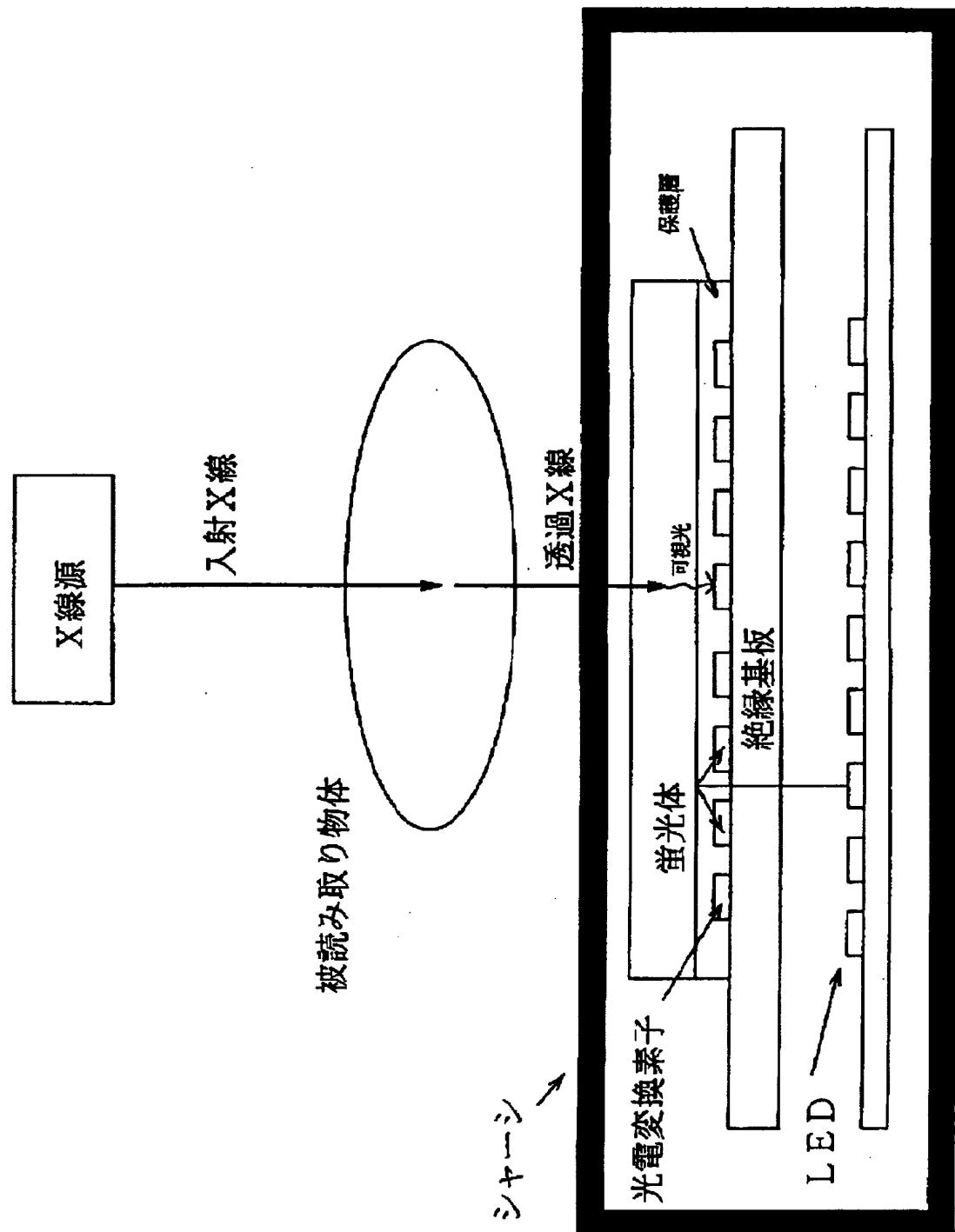
【符号の説明】

S 1 - 1 ~ S 3 - 3	光電変換素子
T 1 - 1 ~ T 3 - 3	スイッチング素子
S R 1	シフトレジスタ（スイッチング素子用）
S R 2	シフトレジスタ（読み出しスイッチ用）
G 1 ~ G 3	ゲート駆動配線
M 1 ~ M 3	マトリクス信号配線
1 0 6 A	光電変換素子のバイアス電源
1 0 6 B	光電変換素子のリフレッシュ電源
1 0 1	光電変換回路部
1 0 7	読み出し用回路部
1 0 5	A/D変換回路部
R E S 1 ~ R E S 3	M 1 ~ M 3 に形成される負荷容量をリセットするスイッチ
A 1 ~ A 3	バッファアンプ

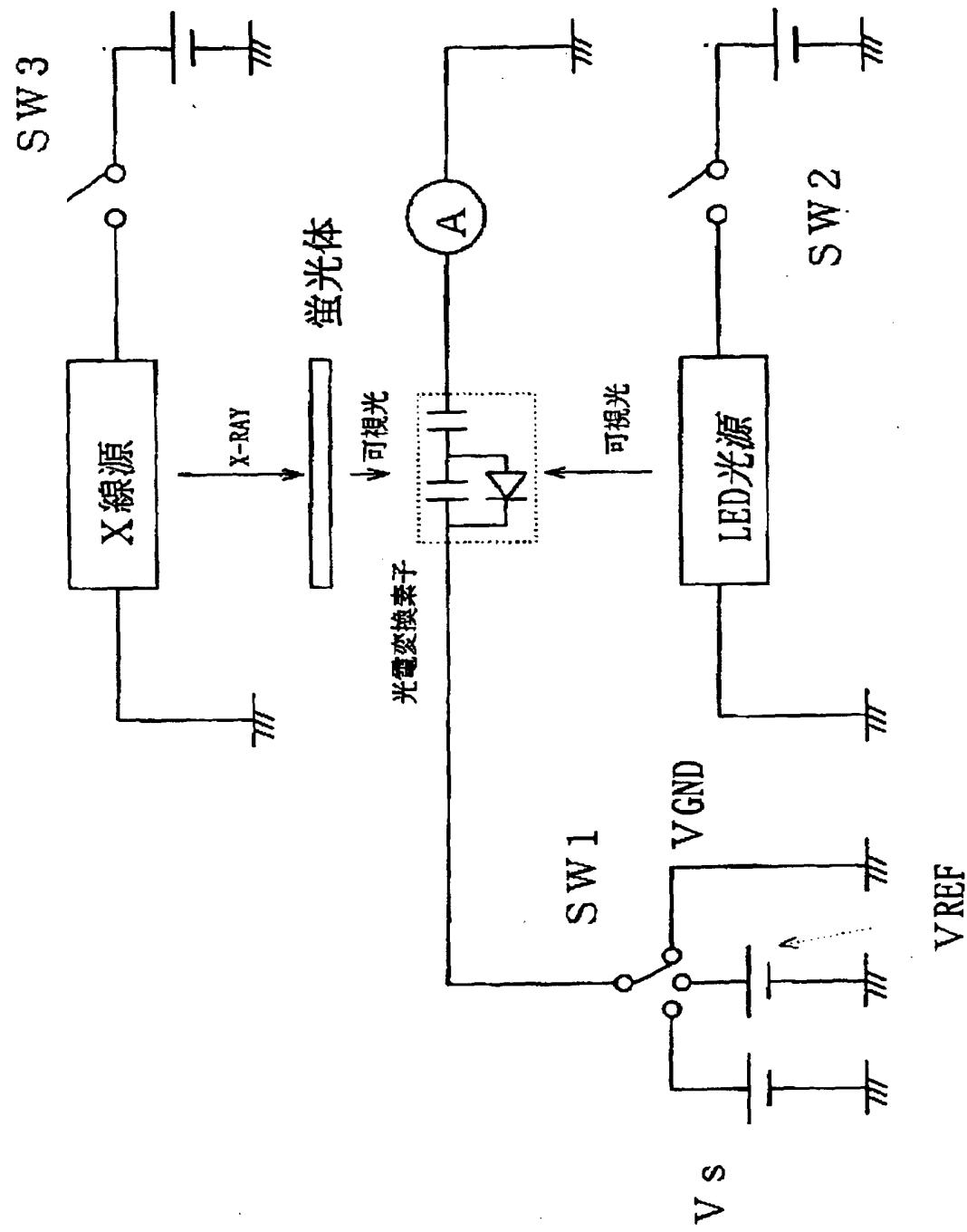
B 1～B 3	バッファアンプ
S n 1～S n 3	読み出し容量に信号を転送するための転送スイッチ
S r 1～S r 3	読み出し容量の信号を順次読み出すためのスイッチ
3 0 1	光電変換素子
3 0 2	スイッチング素子 (TFT)
3 0 6	ゲート駆動用配線
3 0 7	マトリクス信号配線
3 1 0	コンタクトホール部
3 1 4	配線クロス部
3 0 4	第1の金属薄膜層
3 0 5	第2の金属薄膜層
3 1 1	s-SiN絶縁薄膜層
3 1 2	s-Si半導体薄膜層
3 1 3	N <sup>+</sup> 層
3 0 3	絶縁基板
3 1 5	保護膜

【書類名】 図面

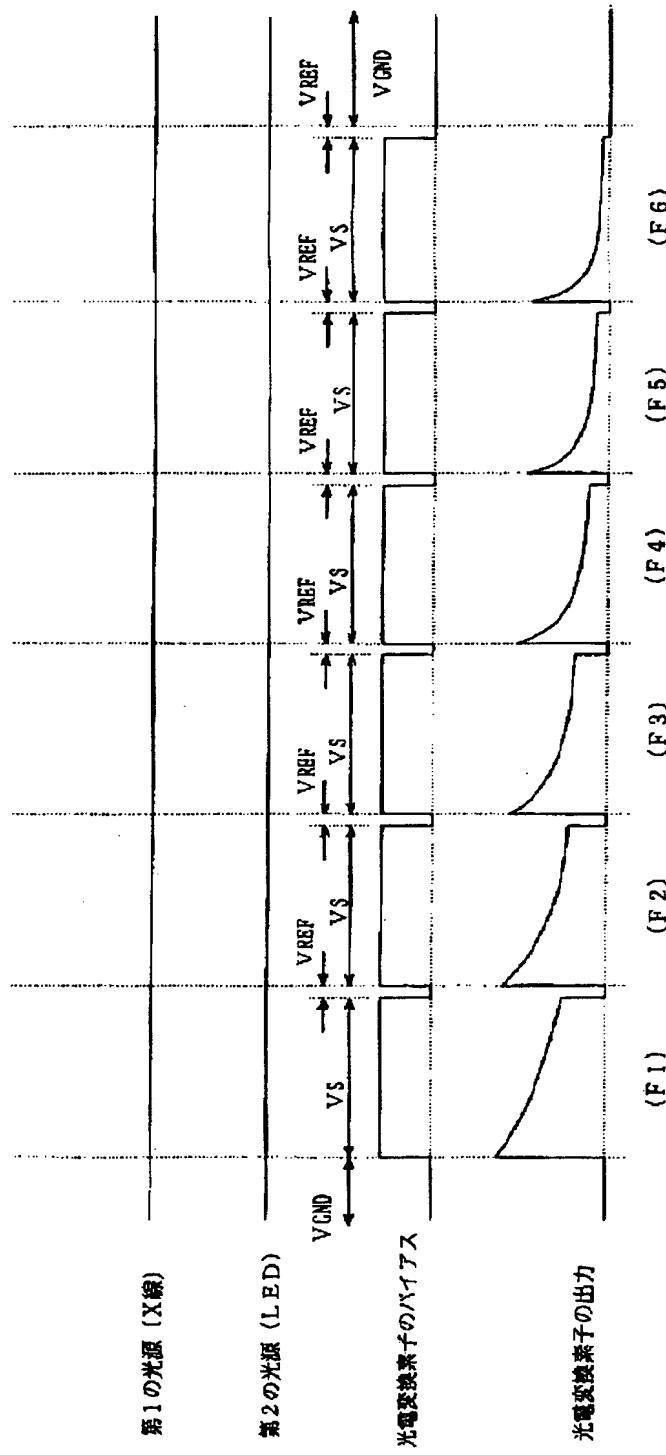
【図1】



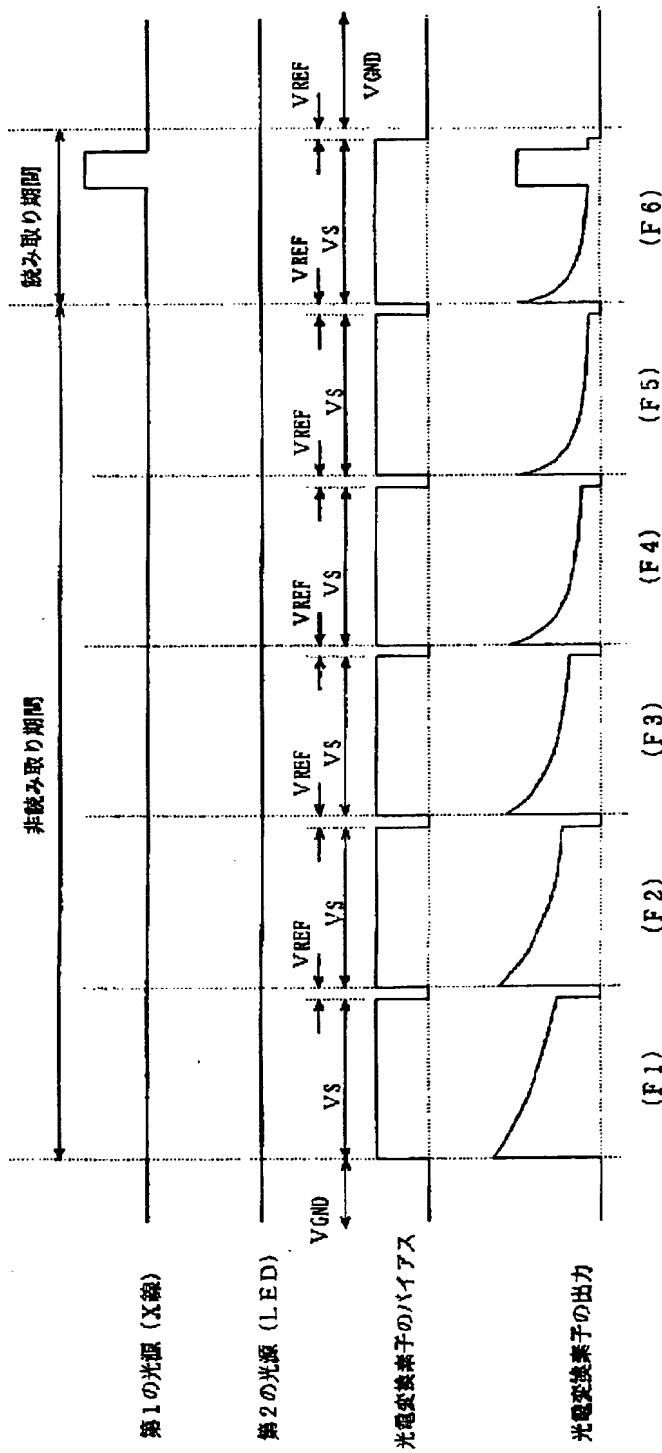
【図2】



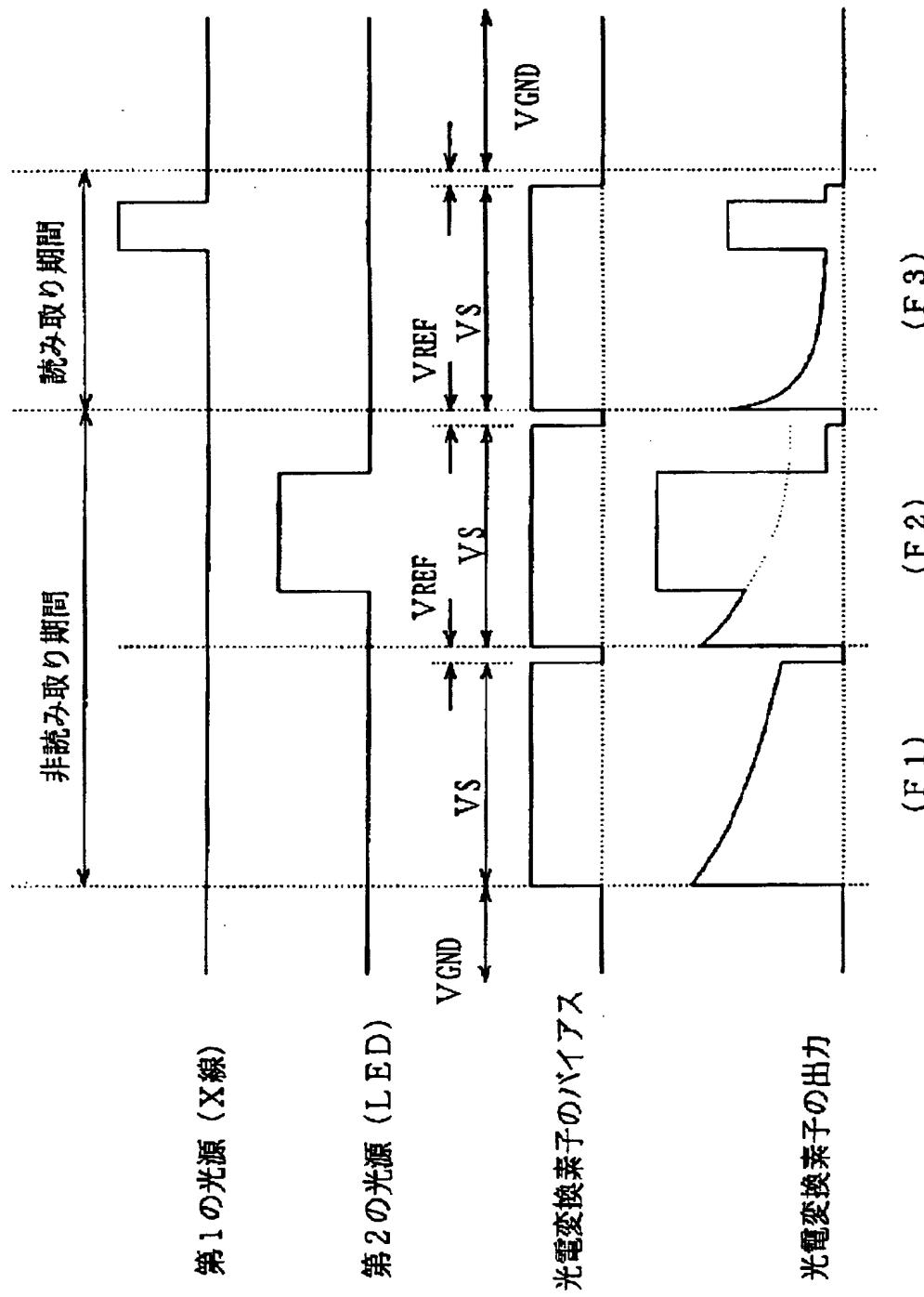
【図3】



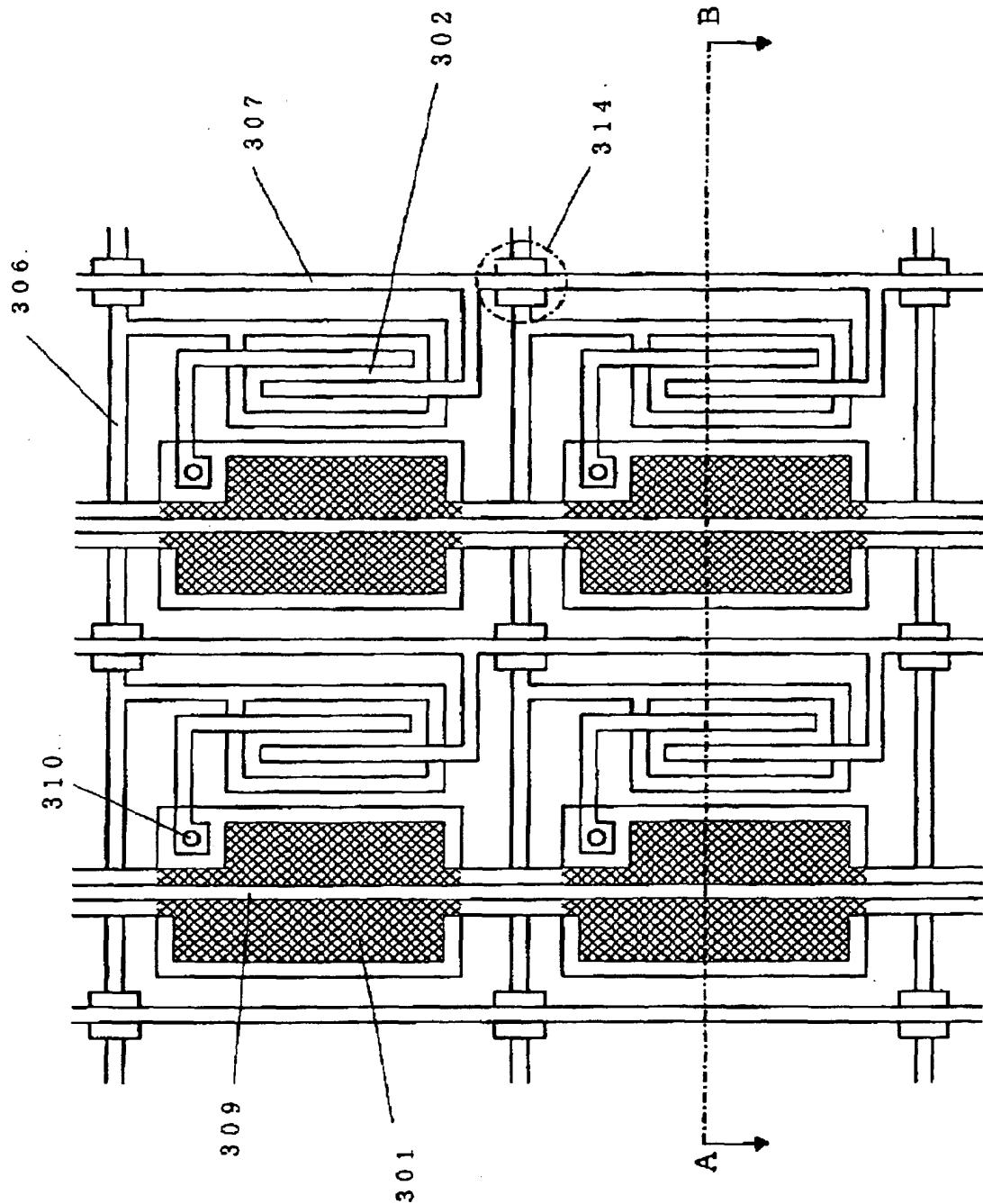
【図4】



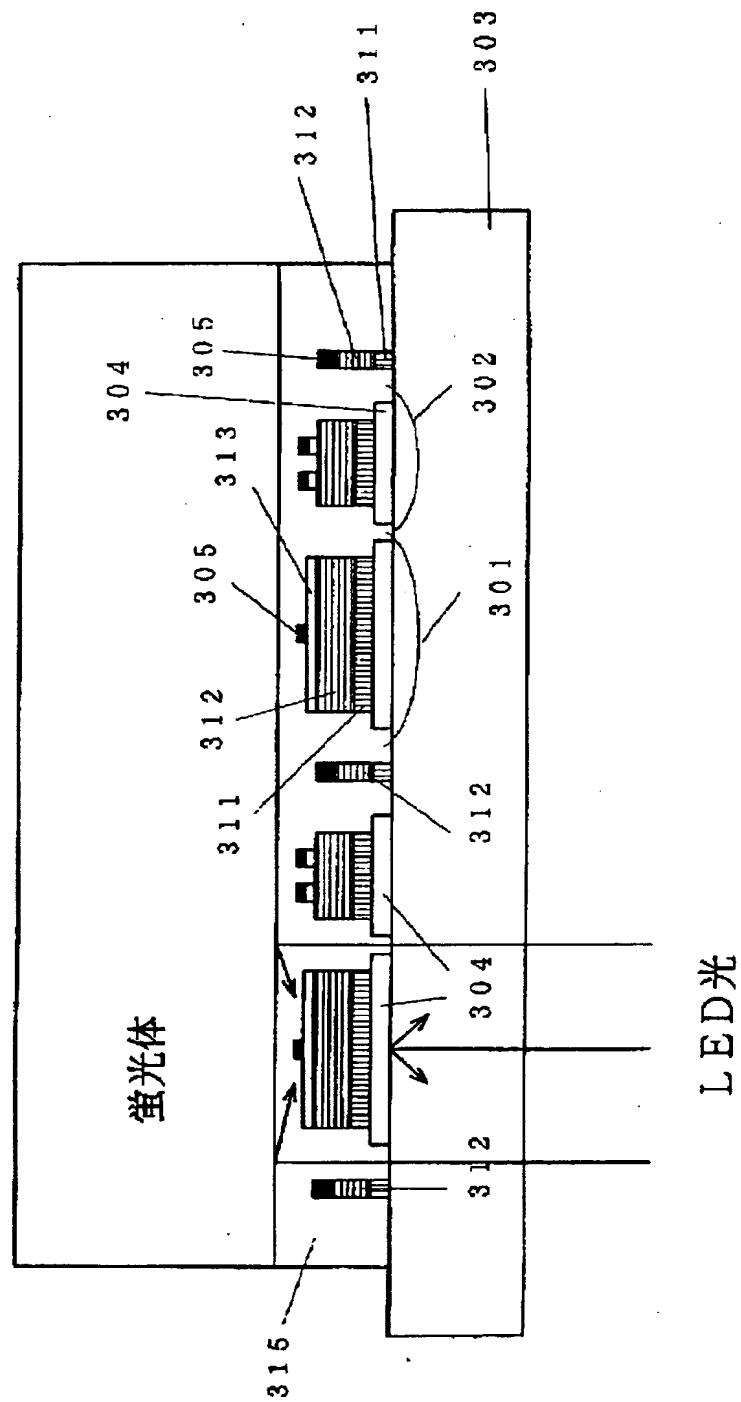
【図5】



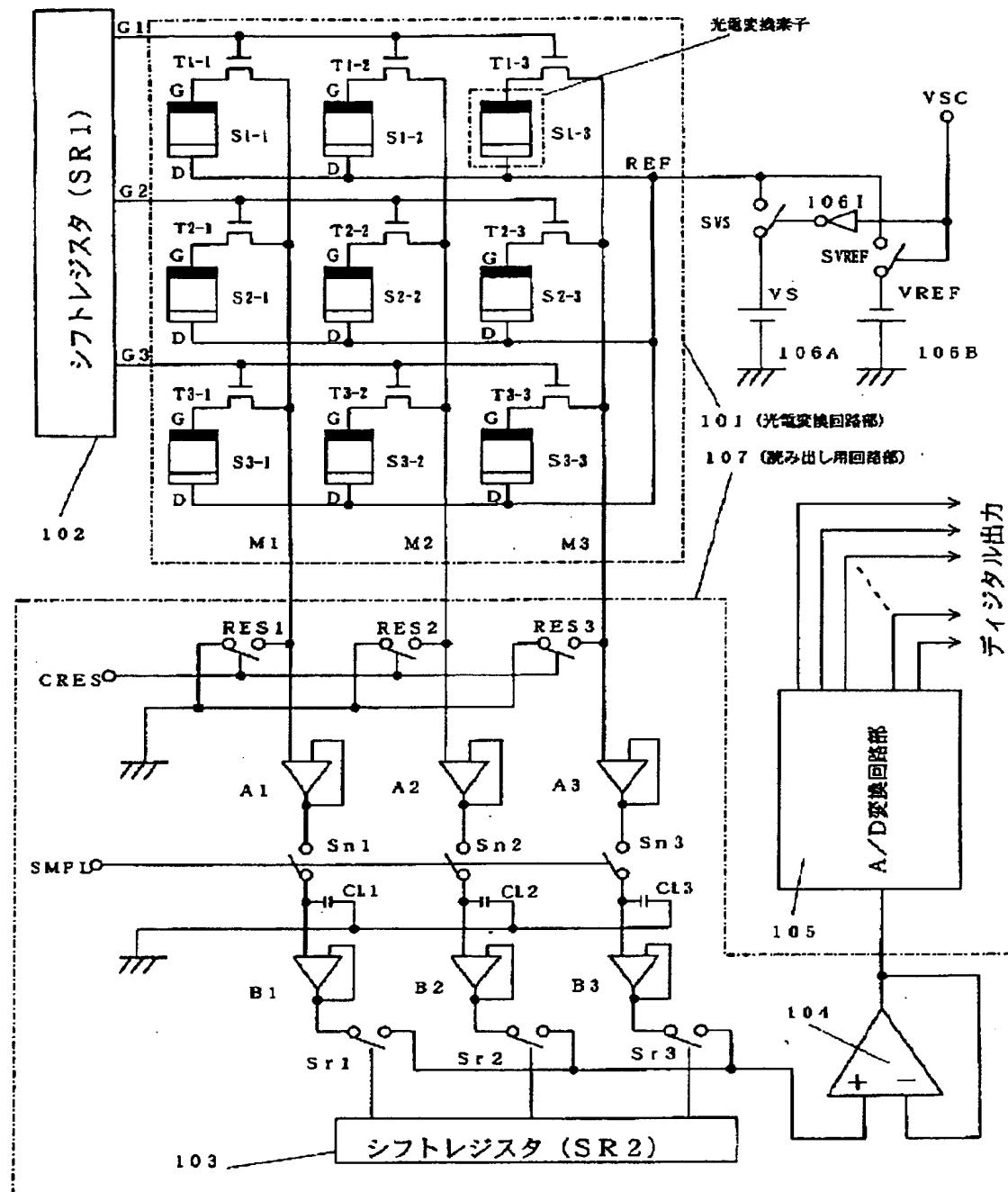
【図6】



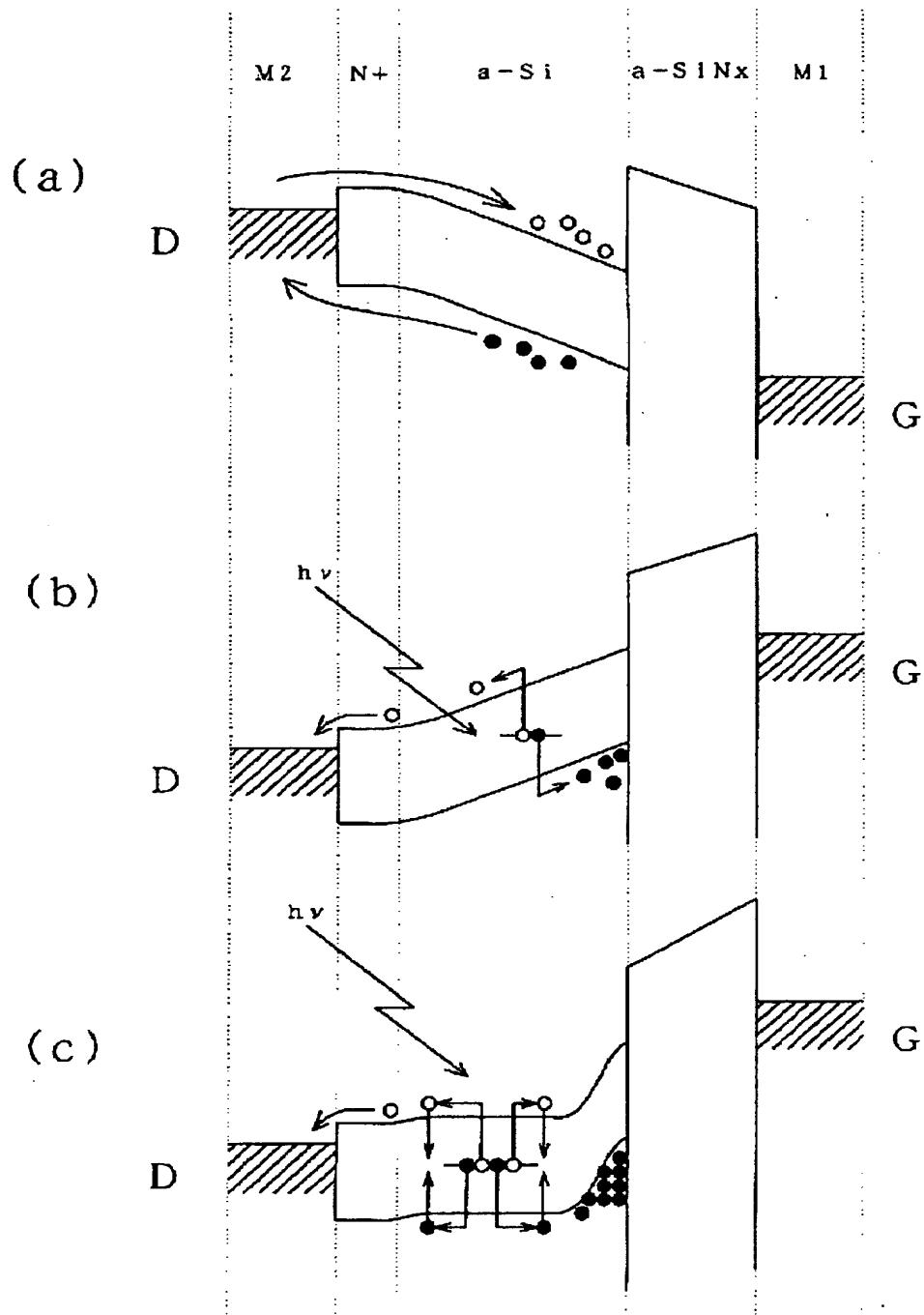
【図7】



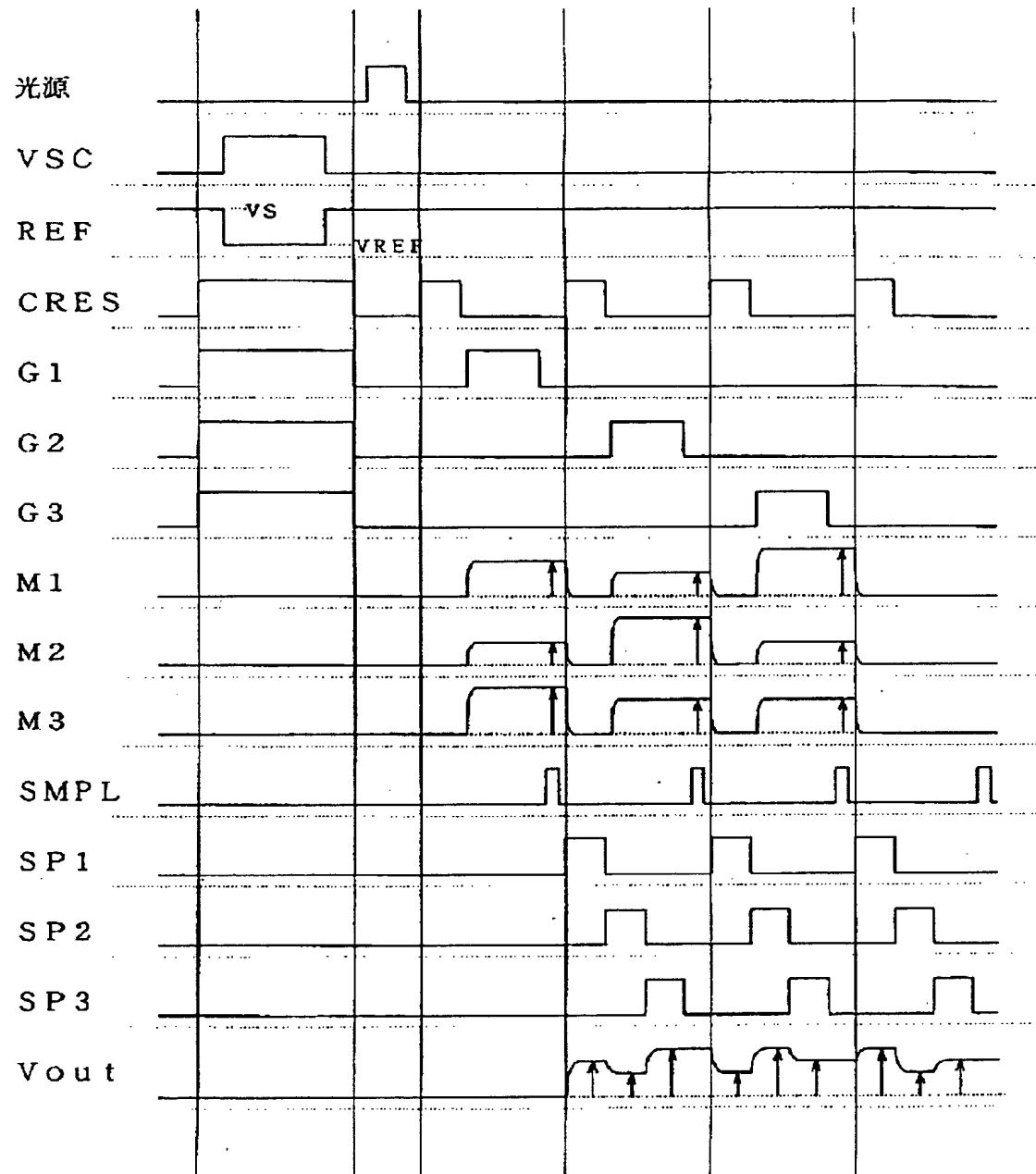
【図8】



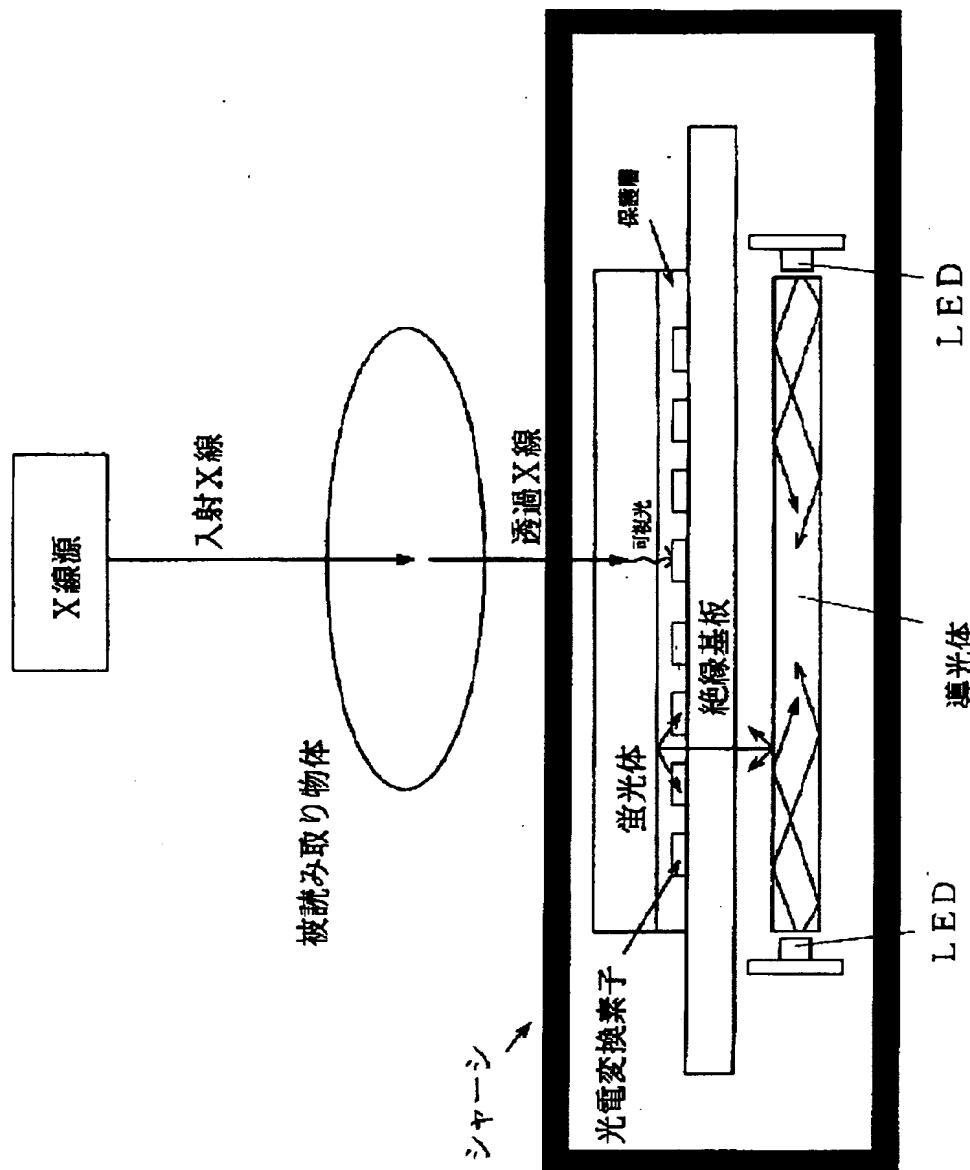
【図9】



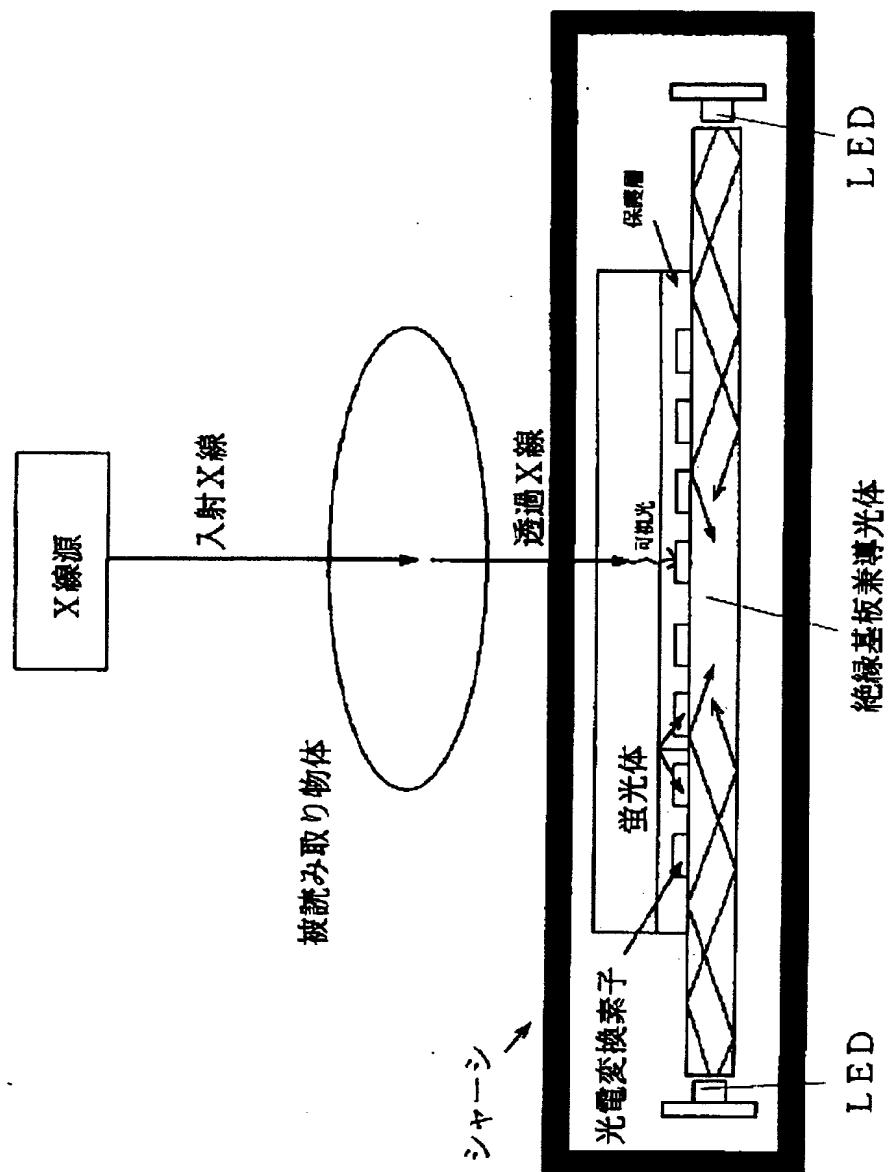
【図10】



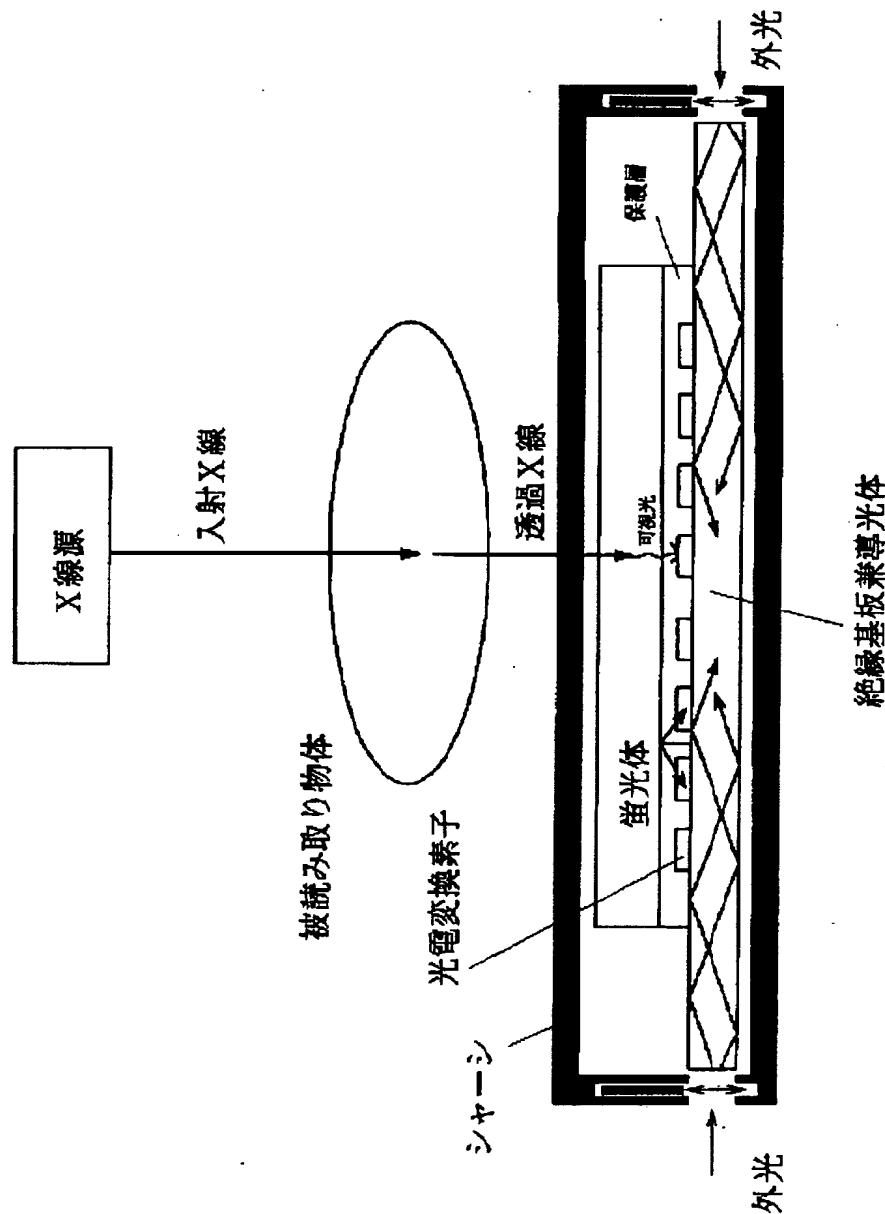
【図11】



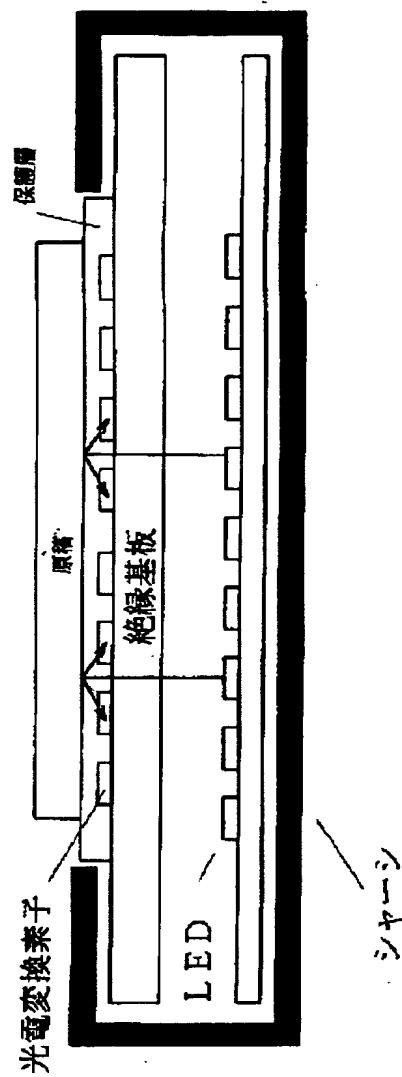
【図12】



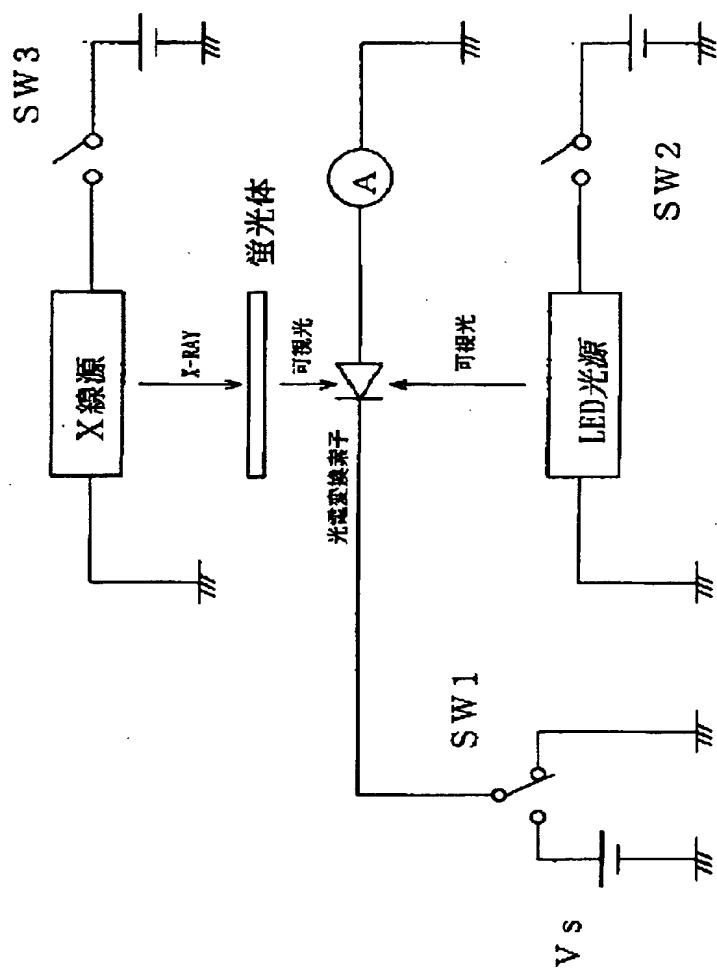
【図13】



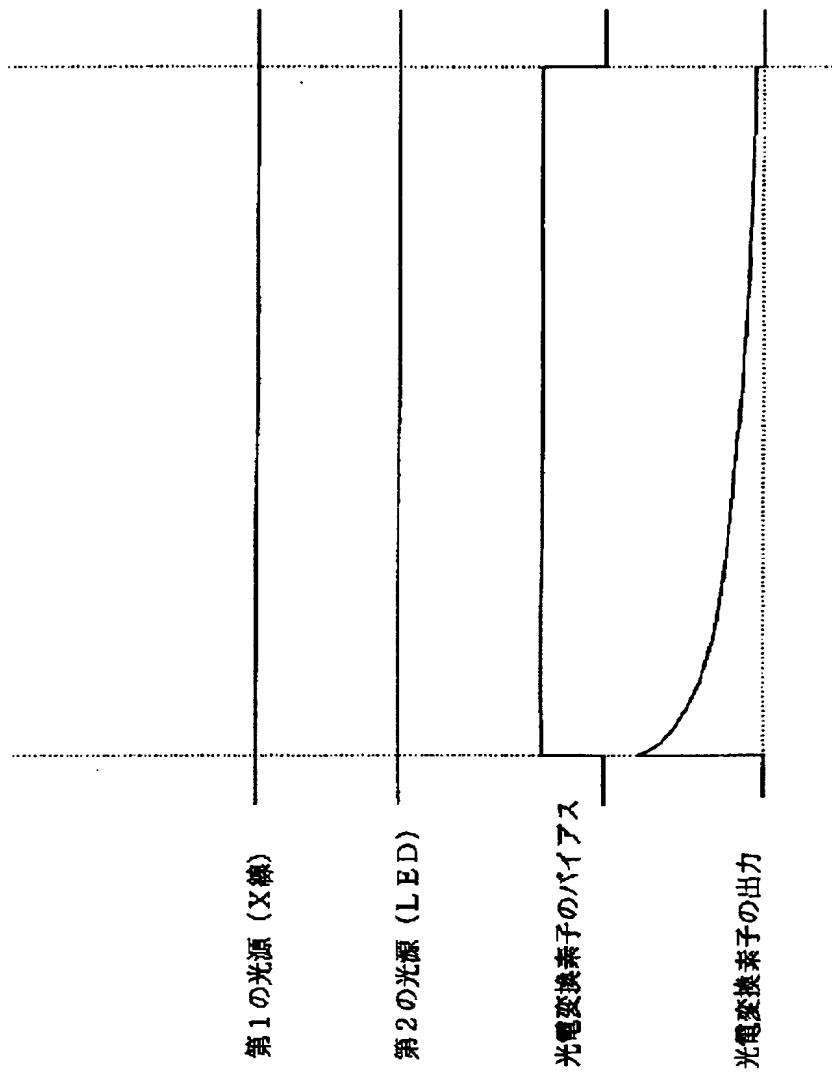
【図14】



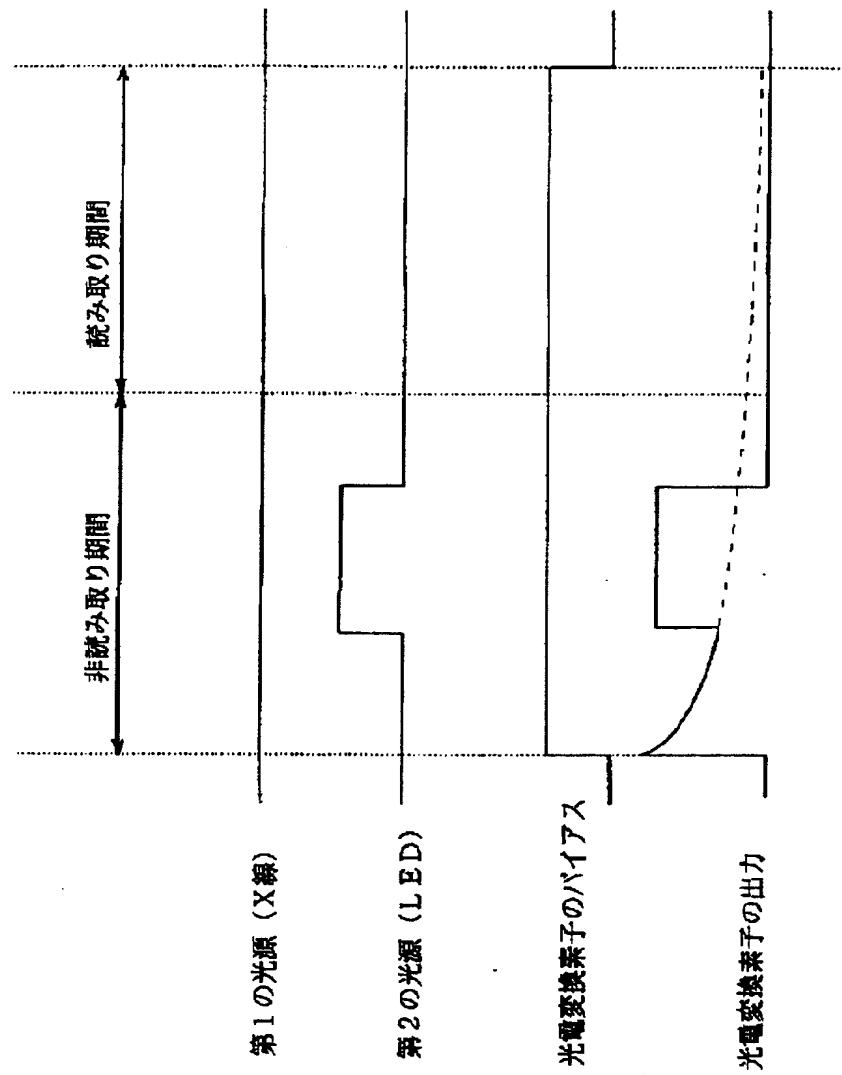
【図15】



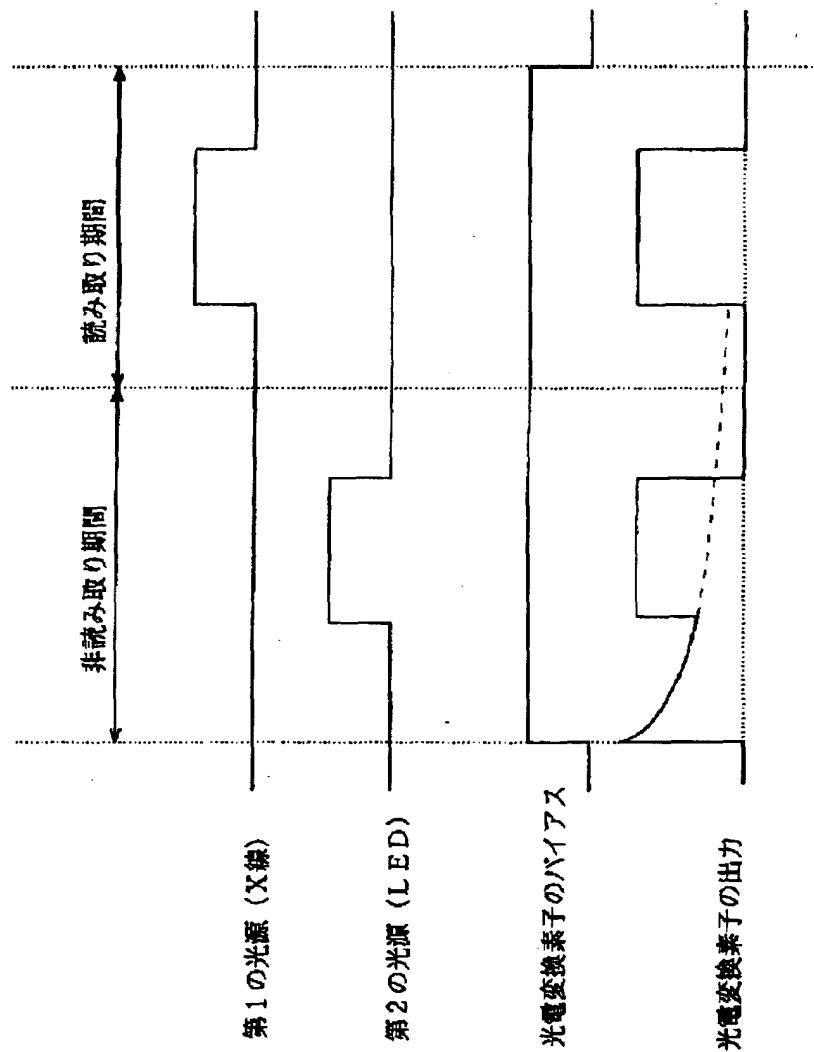
【図16】



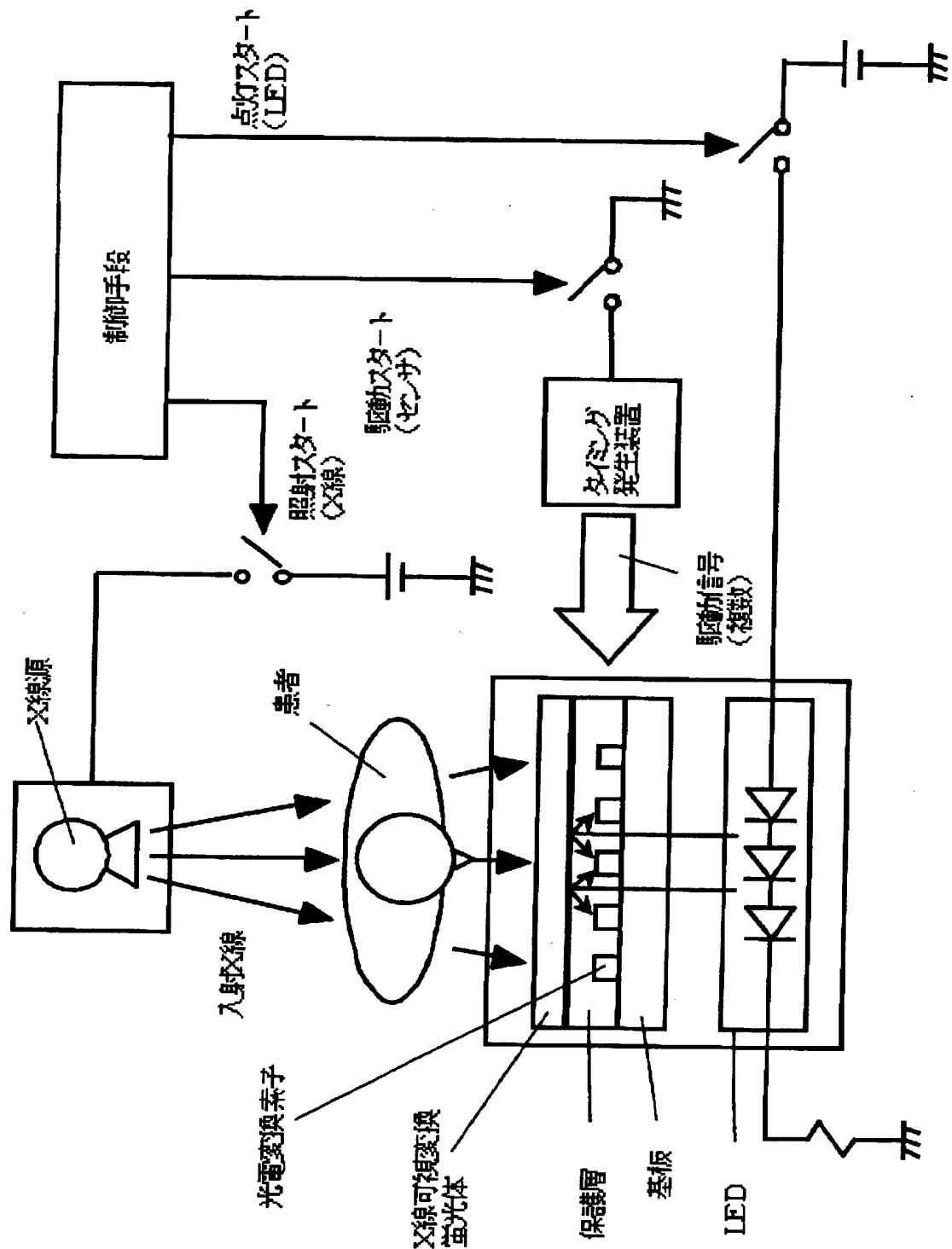
【図17】



【図18】



【図19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光電変換装置において、長期使用における特性変動や、ダーク出力によるS/N低下を低減し、又、撮影サイクルを短くする。

【解決手段】 アモルファス半導体を材料とするMIS型光電変換素子には、光電変換用バイアス(Vs)を与える電源と、蓄積電荷リセット用の電源(VRF)と、素子の非動作時の零バイアス(VGND)を与える設置点とがSW1を介して接続される。第1の光源たるX線源からの出射X線は、図示しない被検体を通過して蛍光体に当たった後、蛍光体に吸収されて可視光に変換される。蛍光体からの可視光は光電変換素子に照射される。X線像の読み取りに先立って、LED光源を点灯する。SW2及びSW3は、各々、X線源及びLED光源を点灯させるスイッチである。本形態では、読み取りと非読み取りの動作期間があり、X線源は読み取り期間に点灯し、LED光源は非読み取り期間に点灯する。

【選択図】 図2

出願人履歴情報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社